МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт физики металлов имени М.Н. Михеева

Уральского отделения Российской академии наук

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | |  | | --- | | УТВЕРЖДЕНО:  Зам. директора ИФМ УрО РАН,  доктор физ.-мат. наук |      |  | | --- | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.А. Коротин |   «3» июня 2019 г. |
|  |  |

**фонд оценочных средств   
для проведения промежуточной аттестации**

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**Направление подготовки**

**22.06.01 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ**

**Направленность подготовки**

**«Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»**

Квалификация

**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Программа утверждена на заседании

Ученого совета ИФМ УрО РАН протокол № 9 от «29» мая 2019 г.

Екатеринбург, 2019 г.

**Список документов и материалов**

|  |
| --- |
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП |
| 1. Цели и место дисциплины в структуре ОПОП |
| 1. Фонд оценочных средств по дисциплине |
| 3.1. 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 |
| 3.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций   1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины   4.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины |
|
|
| 4.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины. |
| 1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. |

**1.1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплинам**

**«Современные проблемы науки в металлургии и металловедении»,**

**«Перспективные функциональные и конструкционные материалы»,**

**«Теория термической обработки цветных сплавов»,**

**«Теория термической обработки сталей»,**

**«Моделирование процессов термической обработки»**

**«Численные методы и статистическая обработка»**

**соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной**

**профессиональной образовательной программы**

*(с ориентацией на карты компетенций)*

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Результаты обучения | | Формируемая компетенция  (с указанием кода) | Примечание |
| Знания | Знать 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, обработки  и модификации | 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 |  |
| Знать 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, обработки  и модификации | 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: 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 при  реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и  технологий | 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 |  |
| ЗНАТЬ: нормативно-правовую базу проведения авторского надзора при изготовлении, монтаже, на- ладке, испытаниях и сдаче в  эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; анализировать и систематизировать результаты научных исследований, оформлять  патенты, научные отчеты, статьи, доклады. | ОПК-7: Способность и готовность вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения  патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей |  |
| ЗНАТЬ: назначение и метрологические характеристики приборов и оборудования для выполнения экспериментов; основные современные  типы приборов, датчиков и оборудования, применяемые в металлургическом производстве при проведении экспериментов и регистрации их  результатов | ОПК-10: Способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов |  |
| ЗНАТЬ: методики расчета и проектирования новых технологических процессов; основные принципы построения технологических  процессов; основы теории поиска оптимальных решений | 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: современные технологии производства материалов и изделий; понятия и правила связанные с проведением технологических  экспериментов. | ОПК-12: Способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический  контроль при производстве материалов и изделий |  |
| ЗНАТЬ: современные технологии оценки качества материалов и изделий и процедуры сертификации; алгоритм оценки соответствия  (сертификации) продукции и процессов вплоть до получения соответствующего документа. | ОПК-13: Способность и готовность участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических  процессов их изготовления |  |
| ЗНАТЬ: современные технологии оценки качества материалов и изделий и процедуры сертификации; детально владеть сведениями о  совершенствовании продукции, её сертификации и работе систем качества. | 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 |  |
| ЗНАТЬ: современные технологии оценки качества материалов и изделий и процедуры сертификации; алгоритм оценки соответствия  (сертификации) продукции и процессов вплоть до получения соответствующего документа | ОПК-18 Способность и готовность вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий |  |
| ЗНАТЬ о современном состояниинауки, основных направлениях научных исследований, приоритетных задачах | ПК-1: Способность и готовность применять процессы формирования структуры металлических материалов для получения требуемого комплекса механических, технологических и эксплуатационных свойств |  |
| Умения | 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 | 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 |  |
| 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 | 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 |  |
| 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. | 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 |  |
| Уметь формулировать перспективные задачи для исследования в области магнетизма твердых тел. | ОПК-7: Способность и готовность вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения  патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей |  |
| УМЕТЬ: правильно выбирать соответствующие методики и средства для выполнения конкретных экспериментов; осуществлять контроль  при производстве отливок; правильно ставить конкретные задачи; выбирать новейшие приборы, датчики и оборудование, для проведения  экспериментов и регистрации их результатов (в процессах доменного и сталеплавильного производства). | ОПК-10: Способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов |  |
| УМЕТЬ: решать задачи по определению технологических показателей рассматриваемого процесса; уметь пользоваться современными  методиками расчета и проектирования новых технологических процессов; находить оптимальные и рациональные режимы обработки. | ОПК-11: Способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию,  маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов |  |
| УМЕТЬ: оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; осуществлять технологический  контроль при производстве материалов и изделий. | ОПК-12: Способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический  контроль при производстве материалов и изделий |  |
| УМЕТЬ: оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; критически и научно оценивать  состояние продукции и процесса её производства для совершенствования системы менеджмента качества и документальной базы. | ОПК-13: Способность и готовность участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических  процессов их изготовления |  |
|  | 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 |  |
| 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 ходе  выполнения собственных исследований, для разработки разделов учебных дисциплин, формирования конспектов лекций и практических  занятий, презентаций | ОПК-18 Способность и готовность вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий |  |
| УМЕТЬ формулировать цели и задачи научного исследования | ПК-1: Способность и готовность применять процессы формирования структуры металлических материалов для получения требуемого комплекса механических, технологических и эксплуатационных свойств |  |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | ВЛАДЕТЬ: 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 | 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 |  |
| ВЛАДЕТЬ: 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 | 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 |  |
| ВЛАДЕТЬ: приемами расчета различных цен; практическими навыками расчета затрат и экономического эффекта от реализации  технических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ; практическими навыками расчета  разделов технико-экономического обоснования программ и проектов, а также мероприятий, разработанных на их основе; расчетом ставки  дисконтирования 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 в  эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; практическими навыками оценки затрат на проведение стандартизации и сертификации | 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 |  |
| 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 и  сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий | ОПК-7: Способность и готовность вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения  патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей |  |
| ВЛАДЕТЬ: навыками практического использования современных приборов и оборудования для выполнения экспериментов; способностью  и готовностью участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных исследований в области материаловедения; проведения  научно-исследовательских работ с применением современных приборов, датчиков и оборудования, для проведения экспериментов и  регистрации их результатов (в процессах доменного и сталеплавильного производства). | ОПК-10: Способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов |  |
| ВЛАДЕТЬ: навыками использования современных методов прогнозирования и предотвращения возникновения возможных дефектов;  прогнозирования направления развития процессов; выбора наиболее экономически целесообразных видов производства обработки  материалов | ОПК-11: Способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию,  маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов |  |
| 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-12: Способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический  контроль при производстве материалов и изделий |  |
| ВЛАДЕТЬ: способами оптимизации технологии производства; расширенными навыками подготовки документации к сертификации и  навыками организации персонала для проведения оценки соответствия | ОПК-13: Способность и готовность участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических  процессов их изготовления |  |
| ВЛАДЕТЬ: способами оптимизации технологии производства; научное обоснования и практическое применения опыта улучшения  состояния производства продукции и её качества | 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 |  |
| ВЛАДЕТЬ: приемами руководства по постановки научных исследований; навыками к организации работы исследовательского коллектива в  области профессиональной деятельности. | ОПК-18 Способность и готовность вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий |  |

**2. Цели и место дисциплин в структуре образовательной программы**

Дисциплины «Современные проблемы науки в металлургии и металловедении»,

«Перспективные функциональные и конструкционные материалы», «Теория термической обработки цветных сплавов», «Теория термической обработки сталей», «Моделирование процессов термической обработки», «Численные методы и статистическая обработка»; относятся к вариативной части.

Дисциплины изучаются на \_4\_ курсе.

Целью дисциплин является подготовка высококвалифицированного специалиста в области технологий материалов, металловедения и термической обработки металлов и сплавов.

В результате аспирант приобретает умение ориентироваться в современной науке, приобщается к ее передовому краю, получает возможность соотнести собственные исследовательские интересы с актуальными задачами, стоящими перед современной наукой, сделать их частью научного поля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения смежных дисциплин.

**3. Фонд оценочных средств по дисциплине**

**3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы.**

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

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 | | | |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать 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, обработки  и модификации | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Второй этап (Базовый уровень) | 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 | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Третий этап (Повышенный уровень) | Владеть 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  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |

ОПК-2: Способность и готовность разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции общества, экономики и экологии

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | Знать 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, обработки  и модификации | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Второй этап (Базовый уровень) | 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 | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Третий этап (Повышенный уровень) | ВЛАДЕТЬ: 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  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |

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 | | | |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | ЗНАТЬ: 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 при  реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и  технологий | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Второй этап (Базовый 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  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Третий этап (Повышенный уровень) | ВЛАДЕТЬ: приемами расчета различных цен; практическими навыками расчета затрат и экономического эффекта от реализации  технических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ; практическими навыками расчета  разделов технико-экономического обоснования программ и проектов, а также мероприятий, разработанных на их основе; расчетом ставки  дисконтирования 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 в  эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; практическими навыками оценки затрат на проведение стандартизации и сертификации | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |

ОПК-7 Способность и готовность вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | ЗНАТЬ: нормативно-правовую базу проведения авторского надзора при изготовлении, монтаже, на- ладке, испытаниях и сдаче в  эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; анализировать и систематизировать результаты научных исследований, оформлять  патенты, научные отчеты, статьи, доклады | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Второй этап (Базовый уровень) | УМЕТЬ: осуществлять оценку затрат на проведение авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в  эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; анализировать и систематизировать результаты научных исследований, оформлять  патенты, научные отчеты, статьи, доклады | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Третий этап (Повышенный 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 и  сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |

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 | | | |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | ЗНАТЬ: назначение и метрологические характеристики приборов и оборудования для выполнения экспериментов; основные современные  типы приборов, датчиков и оборудования, применяемые в металлургическом производстве при проведении экспериментов и регистрации их  результатов | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Второй этап (Базовый уровень) | УМЕТЬ: правильно выбирать соответствующие методики и средства для выполнения конкретных экспериментов; осуществлять контроль  при производстве отливок; правильно ставить конкретные задачи; выбирать новейшие приборы, датчики и оборудование, для проведения  экспериментов и регистрации их результатов (в процессах доменного и сталеплавильного производства). | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Третий этап (Повышенный уровень) | ВЛАДЕТЬ: навыками практического использования современных приборов и оборудования для выполнения экспериментов; способностью  и готовностью участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных исследований в области материаловедения; проведения  научно-исследовательских работ с применением современных приборов, датчиков и оборудования, для проведения экспериментов и  регистрации их результатов (в процессах доменного и сталеплавильного производства). | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |

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 | | | |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | ЗНАТЬ: методики расчета и проектирования новых технологических процессов; основные принципы построения технологических процессов; основы теории поиска оптимальных решений | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Второй этап (Базовый уровень) | УМЕТЬ: решать задачи по определению технологических показателей рассматриваемого процесса; уметь пользоваться современными  методиками расчета и проектирования новых технологических процессов; находить оптимальные и рациональные режимы обработки. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Третий этап (Повышенный уровень) | ВЛАДЕТЬ: навыками использования современных методов прогнозирования и предотвращения возникновения возможных дефектов;  прогнозирования направления развития процессов; выбора наиболее экономически целесообразных видов производства обработки  материалов. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |

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 | | | |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | ЗНАТЬ: современные технологии производства материалов и изделий; понятия и правила связанные с проведением технологических  экспериментов. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Второй этап (Базовый уровень) | УМЕТЬ: оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; осуществлять технологический  контроль при производстве материалов и изделий. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Третий этап (Повышенный 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  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |

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 | | | |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый 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  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Второй этап (Базовый уровень) | УМЕТЬ: оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; полностью готовить и проводить  оценку соответствия продукции или процесса для получения соответствующего документа. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Третий этап (Повышенный уровень) | ВЛАДЕТЬ: способами оптимизации технологии производства; расширенными навыками подготовки документации к сертификации и  навыками организации персонала для проведения оценки соответствия. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |

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 | | | |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | ЗНАТЬ: современные технологии оценки качества материалов и изделий и процедуры сертификации; детально владеть сведениями о  совершенствовании продукции, её сертификации и работе систем качества. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Второй этап (Базовый уровень) | УМЕТЬ: оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; критически и научно оценивать  состояние продукции и процесса её производства для совершенствования системы менеджмента качества и документальной базы. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Третий этап (Повышенный уровень) | ВЛАДЕТЬ: способами оптимизации технологии производства; научное обоснования и практическое применения опыта улучшения  состояния производства продукции и её качества. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |

ОПК-18 Способность и готовность вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения  (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | ЗНАТЬ: научные основы организации работы творческого коллектива, планирования эксперимента; методы системного анализа; принципы  организации работы исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности и их реализация. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Второй этап (Базовый уровень) | УМЕТЬ: обоснованно формулировать научно- исследовательскую задачу коллективу исполнителей; планировать исследовательскую работу;  организовывать работу в исследовательском коллективе с учетом личностных особенностей его участников. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Третий этап (Повышенный уровень) | ВЛАДЕТЬ: приемами руководства по постановки научных исследований; навыками к организации работы исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности. | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |

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 | | | |
| 2 («Не удовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 («Хорошо») | 5 («Отлично») |
| Первый этап (Пороговый уровень) | **Знать** о современном состояниинауки, основных направлениях научных исследований, приоритетных задачах | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Второй этап (Базовый уровень) | Уметь: формулировать цели и задачи научного исследования | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |
| Третий этап (Повышенный уровень) | **Владеть:** навыками анализа результатов исследований и представления их в различных форматах | Фрагментарные  знания методов  критического анализа  и оценки  современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но не систематическое владение знаниями современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы  владение знаниями основного круга задач, современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач | Успешное и систематическое владение знаниями знаниями основного круга задач, встречающихся в современных научных  достижений, а также  методов  генерирования новых  идей при решении  исследовательских и  практических задач |

**3.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Этапы освоения | | Результаты обучения | Формируемая компетенция  (с указанием кода) | Оценочные средства |
| 1-й этап  Знания | Знать 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, обработки  и модификации | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| Знать 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, обработки  и модификации | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| ЗНАТЬ: 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 при  реализации инновационных материаловедческих и конструкторско-технологических проектов и внедрении перспективных материалов и  технологий | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| ЗНАТЬ: нормативно-правовую базу проведения авторского надзора при изготовлении, монтаже, на- ладке, испытаниях и сдаче в  эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; анализировать и систематизировать результаты научных исследований, оформлять  патенты, научные отчеты, статьи, доклады. | | ОПК-7: Способность и готовность вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения  патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| ЗНАТЬ: назначение и метрологические характеристики приборов и оборудования для выполнения экспериментов; основные современные  типы приборов, датчиков и оборудования, применяемые в металлургическом производстве при проведении экспериментов и регистрации их  результатов | | ОПК-10: Способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| ЗНАТЬ: методики расчета и проектирования новых технологических процессов; основные принципы построения технологических  процессов; основы теории поиска оптимальных решений | | ОПК-11: Способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию,  маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| ЗНАТЬ: современные технологии производства материалов и изделий; понятия и правила связанные с проведением технологических  экспериментов. | | ОПК-12: Способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический  контроль при производстве материалов и изделий | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| ЗНАТЬ: современные технологии оценки качества материалов и изделий и процедуры сертификации; алгоритм оценки соответствия  (сертификации) продукции и процессов вплоть до получения соответствующего документа. | | ОПК-13: Способность и готовность участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических  процессов их изготовления | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| ЗНАТЬ: современные технологии оценки качества материалов и изделий и процедуры сертификации; детально владеть сведениями о  совершенствовании продукции, её сертификации и работе систем качества. | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| ЗНАТЬ: современные технологии оценки качества материалов и изделий и процедуры сертификации; алгоритм оценки соответствия  (сертификации) продукции и процессов вплоть до получения соответствующего документа | | ОПК-18 Способность и готовность вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| ЗНАТЬ о современном состояниинауки, основных направлениях научных исследований, приоритетных задачах | | ПК-1: Способность и готовность применять процессы формирования структуры металлических материалов для получения требуемого комплекса механических, технологических и эксплуатационных свойств | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов |
| Умения | 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 | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| 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 | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| 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. | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Уметь формулировать перспективные задачи для исследования в области магнетизма твердых тел. | | ОПК-7: Способность и готовность вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения  патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| УМЕТЬ: правильно выбирать соответствующие методики и средства для выполнения конкретных экспериментов; осуществлять контроль  при производстве отливок; правильно ставить конкретные задачи; выбирать новейшие приборы, датчики и оборудование, для проведения  экспериментов и регистрации их результатов (в процессах доменного и сталеплавильного производства). | | ОПК-10: Способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| УМЕТЬ: решать задачи по определению технологических показателей рассматриваемого процесса; уметь пользоваться современными  методиками расчета и проектирования новых технологических процессов; находить оптимальные и рациональные режимы обработки. | | ОПК-11: Способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию,  маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| УМЕТЬ: оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; осуществлять технологический  контроль при производстве материалов и изделий. | | ОПК-12: Способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический  контроль при производстве материалов и изделий | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| УМЕТЬ: оценивать и оптимизировать современные технологии производства материалов и изделий; критически и научно оценивать  состояние продукции и процесса её производства для совершенствования системы менеджмента качества и документальной базы. | | ОПК-13: Способность и готовность участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических  процессов их изготовления | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
|  | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| 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 ходе  выполнения собственных исследований, для разработки разделов учебных дисциплин, формирования конспектов лекций и практических  занятий, презентаций | | ОПК-18 Способность и готовность вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| УМЕТЬ формулировать цели и задачи научного исследования | | ПК-1: Способность и готовность применять процессы формирования структуры металлических материалов для получения требуемого комплекса механических, технологических и эксплуатационных свойств | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | ВЛАДЕТЬ: 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 | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| ВЛАДЕТЬ: 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 | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| ВЛАДЕТЬ: приемами расчета различных цен; практическими навыками расчета затрат и экономического эффекта от реализации  технических заданий и программ проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ; практическими навыками расчета  разделов технико-экономического обоснования программ и проектов, а также мероприятий, разработанных на их основе; расчетом ставки  дисконтирования 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 в  эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий; практическими навыками оценки затрат на проведение стандартизации и сертификации | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| 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 и  сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий | | ОПК-7: Способность и готовность вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения  патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| ВЛАДЕТЬ: навыками практического использования современных приборов и оборудования для выполнения экспериментов; способностью  и готовностью участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных исследований в области материаловедения; проведения  научно-исследовательских работ с применением современных приборов, датчиков и оборудования, для проведения экспериментов и  регистрации их результатов (в процессах доменного и сталеплавильного производства). | | ОПК-10: Способность выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов и регистрации их результатов | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| ВЛАДЕТЬ: навыками использования современных методов прогнозирования и предотвращения возникновения возможных дефектов;  прогнозирования направления развития процессов; выбора наиболее экономически целесообразных видов производства обработки  материалов | | ОПК-11: Способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию,  маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| 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-12: Способность и готовность участвовать в проведении технологических экспериментов, осуществлять технологический  контроль при производстве материалов и изделий | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| ВЛАДЕТЬ: способами оптимизации технологии производства; расширенными навыками подготовки документации к сертификации и  навыками организации персонала для проведения оценки соответствия | | ОПК-13: Способность и готовность участвовать в сертификации материалов, полуфабрикатов, изделий и технологических  процессов их изготовления | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| ВЛАДЕТЬ: способами оптимизации технологии производства; научное обоснования и практическое применения опыта улучшения  состояния производства продукции и её качества | | 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 | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |
| ВЛАДЕТЬ: приемами руководства по постановки научных исследований; навыками к организации работы исследовательского коллектива в  области профессиональной деятельности. | | ОПК-18 Способность и готовность вести авторский надзор при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых материалов и изделий | изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов, решение задач |

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используются индивидуальная проверка заданий по самостоятельной работе, дискуссии на лекционном и практических занятиях по прочитанной литературе. Аттестация по итогам освоения дисциплины – кандидатский экзамен по специальности.

Собеседование проходит в виде устной беседы для выявления у аспиранта знаний по предметной области.

**Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:**

**5 баллов (отлично)** выставляется аспиранту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок.

**4 балла (хорошо)**выставляется, если аспиранту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки.

**3 (удовлетворительно)** выставляется аспиранту, если при ответе на теоретические вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Аспирант не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки.

**2 (неудовлетворительно)** выставляется аспиранту, если ответы на теоретические вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Программа кандидатского экзамена для направления – 22.06.01 Технологии материалов (Направленность подготовки «Металловедение и термическая обработка сталей и сплавов»)**

1.

1. Строение металлов и сплавов.

Основные типы связи атомов в твердых телах. Металлическая связь. Электронное строение и физические свойства металлов. Поверхность Ферми и зоны Бриллюэна.Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения, фазы Лавеса, σ-фазы, фазы внедрения. Отклонения от закона Вегарда.Правило фаз. Диаграммы состояния двойных и тройных систем с непрерывным рядом твердых растворов, с эвтектическими, перитектическими и монотектическими равновесиями, с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися промежуточными фазами, с полиморфизмом компонентов. Термодинамический анализ диаграмм состояния. Отклонения от равновесия при кристаллизации сплавов в системах разного типа

2. Кристаллическое строение и его дефекты.

Основные типы кристаллических решеток. Элементарные ячейки. Индексы направлений и плоскостей в кристаллической решетке. Анизотропия свойств кристаллов.

Типы дефектов кристаллического строения. Точечные дефекты. Дислокации. Дефекты упаковки. Вектор Бюргерса. Плотность дислокаций. Скольжение и переползание дислокаций. Зарождение и размножение дислокаций, источник Франка-Рида. Сила Пайерлса-Набарро. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесными атомами. Атмосферы Котрелла, Снука, Сузуки. Дислокационные сетки и малоугловые границы. Высокоугловые границы. Миграция границ и зернограничное проскальзывание. Двойники. Кристаллография и механизм деформационного двойникования

3. Фазовые и структурные превращения в металлах и сплавах в твердом состоянии.

Механизмы миграции атомов. Законы Фика. Коэффициент диффузии. Структурно чувствительные процессы диффузии. Диффузия во внешних силовых полях.

Классификация фазовых и структурных превращений. Фазовые превращения Iи II рода. Гомогенный и гетерогенный механизмы зарождения. Строение и механизм движения поверхностей раздела фаз. Сдвиговое (бездиффузионное) и нормальное (диффузионное) превращения. Термодинамический и кристаллографический анализ сдвигового (мартенситного) превращения. Механизм и кинетика сдвиговых и нормальных превращений. Эвтектоидное превращение. Механизм и кинетика эвтектоидного превращения. Диаграммы фазовых превращений (термокинетические, изотермические и др.).

Упорядочение твердого раствора. Дальний и ближний порядок. Изменение свойств сплавов при упорядочении. Образование и распад метастабильных фаз. Распад пересыщенного твердого раствора. Спинодальный распад. Термодинамика образования промежуточных фаз. Структурные изменения при старении (кластеры, зоны Гинье-Престона, промежуточные метастабильные фазы, модулированные структуры). Когерентные, частично когерентные и некогерентные выделения. Формы выделений. Непрерывный и прерывистый распад.

4. Металлургические процессы получения полуфабрикатов и изделий.

Виды технологии литейного производства. Структура и свойства жидких металлов. Гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов, критический размер зародыша. Концентрационное переохлаждение. Эвтектическая кристаллизация. Влияние скорости кристаллизации на строение сплавов. Строение металлического слитка. Модифицирование структуры литых сплавов. Образование метастабильных фаз при кристаллизации. Бездиффузионная кристаллизация. Металлические стекла. Методы получения монокристаллов из расплава. Металлургия гранул.

Способы обработки металлов давлением. Влияние температуры, схемы и степени деформации на сопротивление деформации, структуру и свойства металлов и сплавов.

Виды сварки металлов и сплавов. Структура и свойства сварных соединений

5. Термическая обработка.

Классификация видов термической обработки.Гомогенизационный отжиг. Изменение структуры и свойств сплавов при гомогенизационном отжиге.

Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжиги. Отдых. Полигонизация. Первичная, собирательная и вторичная рекристаллизация. Механизм и кинетика отдыха, полигонизации и рекристаллизации, влияние на них предшествующей пластической деформации, примесей, температуры и продолжительности отжига. Параметры полигонизованной и рекристаллизованной структур. Критическая степень деформации. Диаграммы рекристаллизации. Закономерности и природа изменения механических и физических свойств при отжиге после холодной деформации. Текстура деформации, первичной, собирательной и вторичной рекристаллизации, механизм ее образования. Анизотропия свойств текстурованных металлов.

Отжиг для уменьшения остаточных напряжений. Механизм снижения остаточных напряжений при нагревании.

Фазовые превращения при нагреве. Структурная наследственность.Закалка без полиморфного превращения. Изменение структуры и свойств при закалке.

Закалка с полиморфным превращением. Микроструктура и субструктура мартенсита. Упрочнение и изменение пластичности при закалке на мартенсит. Критическая скорость охлаждения при закалке, прокаливаемость.

Бейнитное превращение. Строение бейнита. Изотермическая закалка.

Старение. Природа упрочнения при старении. Влияние температуры и продолжительности старения на механические и физические свойства сплавов. Перестаривание, ступенчатое старение. Влияние температуры нагрева под закалку и скорости охлаждения на формирование структуры и свойств сплавов при старении.

Отпуск. Изменение микроструктуры, субструктуры и фазового состава при отпуске. Обратимая и необратимая отпускная хрупкость.

6. Термомеханическая обработка.

Химико-термическая обработка.

Термомеханическая обработка. Структурные изменения при пластической деформации. Динамическая полигонизация и динамическая рекристаллизация. Возврат и рекристаллизация после горячей деформации

.Высокотемпературная и низкотемпературная термомеханическая обработка. Термомеханическая обработка дисперсионно-твердеющих сплавов.

Химико-термическая обработка. Элементарные процессы при химико-термической обработке. Структура диффузионных слоев и ее связь с диаграммой состояния.

Азотирование, цементация, нитроцементация, алитирование, хромирование, борирование, сульфидирование, силицирование. Термоводородная обработка.

7. Технология термической обработки.

Современное оборудование для закалки, отжига, отпуска, химико-термической и других видов термической обработки сталей и сплавов.

Агрегаты непрерывного отжига и закалки. Автоматизация полного цикла термической обработки.

Способы достижения высоких скоростей нагрева и охлаждения изделий при термической обработке. Внутренние напряжения и деформация изделий при термической обработке. Нагрев при термической обработке изделий в защитных средах и вакууме.

Дефекты термической обработки. Газонасыщение и его влияние на структуру и свойства сплавов. Методы борьбы с поводками и короблением.

8. Упругая и пластическая деформация. Разрушение.

Диаграммы деформирования моно- и поликристаллов, многофазных сплавов. Механизмы упругой и пластической деформации. Деформационное упрочнение, влияние на него температуры и скорости деформации. Теория предела текучести. Эффект Баушингера. Упрочнение при образовании твердых растворов и при выделении избыточных фаз (когерентных и некогерентных).

Влияние размера зерна на механические свойства. Сверхпластичность. Неупругость.

Хрупкое и вязкое разрушение. Схемы зарождения трещин. Распространение трещин при хрупком и вязком разрушении. Природа хладноломкости. Порог хладноломкости. Строение изломов.

Ползучесть. Механизмы и стадии ползучести. Релаксация напряжений. Кратковременная и длительная прочность. Влияние состава и структуры сплавов на ползучесть.

9. Методы исследования и контроля структуры и свойств металлов.

Методы изучения микроструктуры. Световая микроскопия. Методы количественной металлографии. Электронная микроскопия (метод реплик, дифракционная микроскопия фольг, сканирующая микроскопия, микродифракция). Рентгеноструктурный и электронографической анализ. Микрорентгеноспектральный анализ. Локальный анализ состава по электронным спектрам.

Методы измерения физических свойств (термический анализ, калориметрия, дилатометрия, измерение плотности, резистометрия, магнитный анализ и др.). Методы определения коррозионных свойств.

Механические свойства металлов и сплавов. Методы их измерения. Статические и динамические испытания. Испытания на ползучесть, длительную прочность и релаксацию напряжений. Усталостные испытания.

10. Промышленные сплавы (основы легирования и термической обработки, свойства, области применения).

Стали. Классификация стали по структуре, составу, назначению. Чугуны и их классификация. Модифицирование чугунов.

Алюминий и его сплавы. Титан и его сплавы. Медь и ее сплавы. Никель и его сплавы. Магний и его сплавы. Сплавы на основе тугоплавких металлов.

Сплавы с особыми физическими свойствами: высоким и низким электросопротивлением, магнитно-твердые и магнитно-мягкие стали и сплавы, сплавы с особыми упругими и тепловыми свойствами. Сверхпроводящие сплавы. Сплавы с эффектом запоминания формы и сверхупругости.

**Основная литература.**

1.Гуляев А.П. Металловедение. Учебник. // М.: Металлургия, 1986, 541 с.

2.Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. Учебник // М.: Металлургия, 1990, 335 с.

3.Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. Учебник // М.: Металлургия, 1992, 271 с.

4.Золотаревский В.С. Механические свойства металлов // М.: МИСиС. 1998, 400с

**Дополнительная литература.**

1.Новиков И.И., Строганов Г.Б., Новиков А.И. Металловедение, термическая обработка и рентгенография // М.: МИСиС. 1994, 479с.

2.Колачев Б.А. и др. Технология термической обработки цветных металлов и сплавов: Учебник. // М.: Металлургия, 1992, 271 с.

3.Ильин А.А. Механизм и кинетика фазовых и структурных превращений в титановых сплавах. – М.: Наука, 1994. – 303 с.

4.Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. М., Металлургия, 1980.

5.Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Мухин Г.Г. и др. Материаловедение: Учебник для вузов. Под общей редакцией Арзомасова Б.Н., Мухина Г.Г. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001, 648

**5. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для успешного осуществления рабочей программы необходимы программа курса «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», литература и методические указания; принтер и ксерокс для копирования учебных материалов и материалов тестов, мультимедийный класс. Институт располагает аудиториями, оснащенными современным оборудованием для проведения занятий лекционного типа и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы.

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