**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **УТВЕРЖДАЮ**  Директор ИФВТ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Н. Яковлев «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г. |

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

А1.ВМ3.1.1 Базовая часть. Вариативный междисциплинарный профессиональный модуль

основной образовательной программы подготовки аспиранта

по направлению 22.06.01 Технологии материалов

Профили:

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

**05.16.06** Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

ТОМСК 2014 г.

**Предисловие**

1. Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 22.06.01 Технологии материалов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании обеспечивающей кафедры «Материаловедение в машиностроении» протокол № \_\_\_ от\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г.

Научный руководитель программы

аспирантской подготовки В.Е. Панин

1. Программа СОГЛАСОВАНА с институтами, выпускающими кафедрами специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Зав. обеспечивающей кафедрой ММС В.Е. Панин

# ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплиныявляется фундаментальная подготовка в области металловедения и термической обработки металлов и дать знания аспирантам о различных металлах и сплавах, их химическими, физическими, технологическими свойствами и методами их оценки, а также с теоретическими основами и технологиями получения требуемых свойств различными видами термической обработки. Формирование у аспирантов представлений о механизмах и закономерностях создания металлических сплавов, получение комплекса знаний о связи технологических параметров со структурой и свойствами материалов.

1. **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

2.1. Рассматриваемая дисциплина является основной в подготовки аспирантов по научной специальности 05.16.01 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов А1.ВМ3.2.1 Вариативный междисциплинарный профессиональный модуль основной образовательной программы подготовки аспиранта по направлению 22.06.01 Технологии материалов.

2.2. Данная программа строится на преемственности программ в системе высшего образования и предназначена для аспирантов ТПУ, прошедших обучение по программе подготовки магистров, прослушавших соответствующие курсы и имея по ним положительные оценки. Она основывается на положениях, отраженных учебных программах указанных уровней.

2.3. Дисциплина « Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» необходима при подготовке выпускной квалификационной работы аспиранта и подготовке к сдаче кандидатского экзамена.

1. **ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ООП по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов:

1. ***Универсальных компетенций:***
   * способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
   * способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
   * готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
   * готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
   * способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
   * способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6).
2. ***Общепрофессиональных компетенций:***

* способностью и готовностью теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных материалов и производство из них новых изделий с учетом последствий для общества, экономики и экологии (ОПК-1);
* способностью и готовностью разрабатывать и выпускать технологическую документацию на перспективные материалы, новые изделия и средства технического контроля качества выпускаемой продукции (ОПК-2);
* способностью и готовностью экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества (ОПК-3);
* способностью и готовностью выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности (ОПК-4);
* способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии (ОПК-5).

1. ***Профессиональных компетенций:***

* демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания физико-химических и технологических основ разработки, изготовления, применения и исследования наноматериалов, покрытий и изделий (ПК-1);
* воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт, принимать участие в фундаментальных и прикладных исследованиях в области разработки, получения, применения и исследования различных видов материалов и покрытий (ПК-2);
* применять полученные знания для решения нечетко определенных инженерных задач, стоящих перед производством в области разработки, изготовления, применения и тестирования изделий, использовать творческий подход для разработки оригинальных идей и методов проектирования при решении конкретных производственных задач, связанных с использованием передовых технологий мирового уровня (ПК-3);
* планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своей специализации с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы, решать изобретательские задачи на основе международного права и защиты интеллектуальной собственности (ПК- 4);
* интегрировать знания о развитии различных видов технологических процессовв области разработки, изготовления, применения и диагностики изделий, а также решать задачи, связанные с организацией их производства с использованием современного технологического оборудования (ПК-5).

Аспирант, изучивший дисциплину «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» должен:

***знать****:* физическую сущность явлений, происходящих в металлических материалах и условиях их обработки и эксплуатациИ, их взаимосвязь со свойствами; основные свойства современных металлических материалов.

***уметь:*** решать теоретические и прикладные проблемы процессов получения и применения металлических материалов;

в результате анализа условий эксплуатации изделия выбирать материал, назначать его обработку с целью получения заданной структуры свойств, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей машин;

определять, систематизировать и получать необходимые данные в сфере своей деятельности с использованием новейших методов исследования и фундаментальных знаний;

вырабатывать новые теоретические подходы и решать фундаментальные задачи в области современного металловедения

***иметь опыт:*** в разработке новых, оригинальных и высокоэффективных технологий получения современных сплавов, в том числе наноструктурированных материалов.

Задачей дисциплины является изучение связи химического состава, структуры и свойств металлов и сплавов. После освоения дисциплины аспиранты должны уметь правильно выбрать конкретный материал для деталей, работающих в заданных условиях, иметь представление об общих подходах создания и получения новых сплавов и способов получения заданных свойств, познакомиться с новым направлением в металловедении – создание и использование наноструктурированных металлических материалов и разработке технологий их получения.

Проверка приобретенных знаний, навыков и умений осуществляется посредством опроса аспирантов на практических занятиях, защите индивидуальных заданий, экзамене.

1. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
   1. **Разделы дисциплины и виды занятий**

Приводимая ниже таблица показывает вариант распределения бюджета учебного времени, отводимого на освоение основных модулей предлагаемого курса согласно учебному плану.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование разделов и тем | Трудоемкость (в ЗЕТ) | | Всего учебных занятий  (в часах) | Всего учебных занятий  (в часах) | | | | | |
| лекции | семинары | | самостоятельная работа занятия | | экзамен |
| 1 |  | | 2 | 3 | 4 | | 5 | | 6 |
| **Раздел 1. *Металлическое состояние. Строение металлов и сплавов*** | | | | | | | | | |
| Тема 1. Типы химической связи в твердых телах | 2 | | 81 |  | | 18 | 12 | |  |
| Тема 2. Кристаллическое строение металлов | 12 | |  |
| Тема 3. Твердые растворы и электронные соединения | 12 | |  |
| Тема 4. Диаграммы состояния двойных и тройных систем | 12 | |  |
| Тема 5. Дефекты кристаллического строения | 15 | |  |
| **Раздел 2. *Строение металлических расплавов. Кристаллизация металлов*** | | | | | | | | | |
| Тема 1. Структура и свойства жидких металлов | 2 | 81 | |  | | 18 | 15 | |  |
| Тема 2. Эвтектическая кристаллизация | 15 | |  |
| Тема 3 Строение металлического слитка. Модифицирование | 15 | |  |
| Тема 4 Методы получения монокристаллов из расплава | 18 | |  |
| **Раздел 3*. Деформация и разрушение металлов*** | | | | | | | | | |
| Тема 1. Диаграммы растяжения моно- и поликристаллов |  | 81 | |  | | 18 | 12 | |  |
| Тема 2. Дефекты кристаллического строения Механизмы деформации металлов | 2 | 12 | |  |
| Тема 3. Хрупкое и вязкое разрушение. | 12 | |  |
| Тема 4. Пути и способы упрочнения металлов. Наноструктурированные металлические материалы | 12 | |  |
| Тема 5. Жаропрочность и усталостная прочность | 15 | |  |
| **Раздел 4.*Фазовые превращения в твердом состоянии. Термическая обработка*** | | | | | | | | | |
| Тема 1 Фазовые превращения при нагреве | 3 | 81 | |  | | 18 | | 15 |  |
| Тема 2. Диаграммы изотермических превращений при охлаждении | 15 |  |
| Тема 3. Классификация видов термической обработки | 15 |  |
| Тема 4. Распад пересыщенных твердых растворов | 18 |  |
| **Всего по курсу** | **9** | **324** | |  | | **72** | | **252** |  |

* 1. **Содержание разделов и тем**

1. *Металлическое состояние. Строение металлов и сплавов*
   1. Основные типы химической связи в твердых телах
   2. Кристаллическое строение металлов
   3. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания.
   4. Упорядоченные твердые растворы. Электронные соединения, фазы Лавеса, σ-фазы, фазы внедрения
   5. Диаграммы состояния двойных и тройных систем
2. *Строение металлических расплавов. Кристаллизация металлов*
3. Структура и свойства жидких металлов Гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов, критический размер зародыша.
4. Эвтектическая кристаллизация. Образование метастабильных фаз при кристаллизации.
5. Бездиффузионная кристаллизация. Металлические стекла .
6. Строение металлического слитка. Модифицирование структуры литых сплавов. Зональная и местная ликвация.
7. Неметаллические включения и газы в слитке.
8. *Деформация и разрушение металлов*

3.1. Диаграммы моно- и поликристаллов. Системы скольжения

3.2. Дефекты кристаллического строения

3.3. Механизмы упругой и пластической деформации, разрушения

3.4. Хрупкое и вязкое разрушение. Порог хладноломкости. Строение изломов.

3.5. Пути и способы упрочнения металлов

3.6. Наноструктурированные металлы.

1. *Фазовые превращения в твердом состоянии. Термическая обработка*

4.1. Фазовые переходы. Полиморфные превращения

4.2. Фазовые превращения при нагреве.

4.3. Диаграммы изотермических превращений. Термокинетические диаграммы

4.4. Закалка без полиморфного превращения. Критическая скорость охлаждения.

4.5. Закалка на мартенсит. Термодинамика, механизм и кинетика мартенситного превращения

4.6. Эвтектоидное превращение. Механизм и кинетика эвтектоидного превращения

4.7. Бейнитное превращение. Механизм и кинетика бейнитного превращения.

4.8. Старение. зоны Гинье-Престона, промежуточные метастабильные фазы.

1. **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Технология процесса обучения по дисциплине «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

а) аудиторные занятия (семинарская форма обучения);

б) самостоятельная работа студентов;

г) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;

д) зачет в 3 семестре; экзамен в 4 семестре. В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения. Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствие с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

* самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
* поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

* постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и формирует необходимые компетенции;
* решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность аспирантов.

1. **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

**И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.*4.1. Текущий контроль*

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос (УГО). Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

*4.2. Промежуточная аттестация*

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов». Форма аттестации – кандидатский экзамен в письменной или устной форме. Кандидатский экзамен проводится в 4 семестре.

1. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основная литература**

1. Гуляев А.П. Металловедение: учебник для вузов / А.П. Гуляев, А.А. Гуляев. — 7-е изд., перераб. и доп. — Москва: Альянс, 2012. — 644 с.:
2. Лахтин Юрий Михайлович Материаловедение: учебник / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. — 4-е изд., перераб. — Москва: Альянс, 2009. — 528 с.: ил.
3. Лахтин Юрий Михайлович Металловедение и термическая обработка металлов: учебник / Ю. М. Лахтин. — 5-е изд., доп. — Москва: Аз-book, 2009.
4. Бланк Владимир Давыдович Фазовые превращения в твердых телах при высоком давлении / В. Д. Бланк, Э. И. Эстрин – М.: Физматлит, 2011 - 410 с.: ил.
5. Гиттерман, Моше Фазовые превращения. Краткое изложение и современные приложения: пер. с англ. / М. Гиттерман, В. Хелперн; под ред. С. С. Савинского - М.: Институт компьютерных исследований; Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2006 - 128 с.
6. Колбасников Николай Георгиевич Структура. Энтропия. Фазовые превращения и свойства металлов / Н. Г. Колбасников, С. Ю. Кондратьев; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет - СПб.: Наука, 2006 - 363 с.
7. Колачев Борис Александрович Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: учебник для вузов / Б. А. Колачев, В. И. Елагин, В. А. Ливанов - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: МИСиС, 2005 - 432 с.

**Дополнительная литература**

1. Зуев Виктор Максимович Термическая обработка металлов: учебник / В.М. Зуев - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа: Академия, 2001 - 288 с.
2. Физическое металловедение: В 3 т.: Пер. с англ. под ред. О. В. Абрамова, Ч. В. Копецкого, А. В. Серебрякова / Под ред. Р. У. Кана; П. Хаазена - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1987- 624 с.
3. **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Компьютерный класс –15 компьютеров на базе Sempron 2200, программное обеспечение перевода с русского на английский, с английского на русский, аудио- и видеозаписи.
2. Специализированная лекционная – компьютер на базе Sempron 2200, проектор LG DLP, экран, презентации лекций
3. Лаборатория литейного производства.
4. Компьютерный класс с пакетами прикладных программ.
5. Лаборатория рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии (Дифрактометры, РЭМ).
6. Лаборатория механических испытаний и металлографического анализа материалов (Испытательные машины, металлографические микроскопы).
7. Лаборатория физического материаловедения.