

Физика прочности и разрушения материалов ФПРМ

(Аббревиатура и название дисциплины)

1 семестр, 1 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

P1 – Введение - Понятия надежности, долговечности, износостойкости и тешиностойкости металлических материалов, конструктивной прочности. Характеристики прочности и пластичности металлических материалов. Условные и истинные напряжение, деформация. Удельные характеристики металлических материалов. Классификация дефектов кристаллического строения и их взаимодействие.

P2 – Пластическая деформация и упрочнение - Механизмы упрочнения и их сочетание в металлических материалах. Конструктивная прочность материалов и критерии ее оценки. Механизмы пластической деформации (скольжение, двойникование, сдвиговое полиморфное превращение). Теоретическая прочность при сдвиге. Приведенное напряжение сдвига. Закон Шмида-Боаса. Деформация и упрочнение монокристаллов чистых металлов и твердых растворов замещения и внедрения с различным типом кристаллической решетки. Особенности деформации и упрочнения поликристаллов. Упорядоченные сплавы. Сверхструктурные дислокаций. Особенности деформации и упрочнения упорядоченных сплавов.

P3 – Деформационные и рекристаллизационные процессы при повышенных температурах - Пластическая деформация при повышенных температурах: ползучесть металлических материалов, сверхпластичность. Процессы, протекающие при нагреве деформированных металлов и сплавов: статические и динамические возврат и рекристаллизация.

P4 – Разрушение металлических кристаллов - Теоретическая прочность при отрыве. Условия зарождения трещин. Дислокационные модели зарождения микротрещин. Рост хрупких трещин. Влияние границ зерен на распространение трещин. Факторы, определяющие характер и механизм разрушения. Разрушение упорядоченных сплавов. Разрушение металлических материалов при ползучести и усталости.

2) Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины. 216 ч. / 6 з.е.

3) Результаты обучения: ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения.

ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям.

ПК-4 - Способен проводить исследования видов брака конструкционных материалов и изделий из них, устанавливать природу их появления и способы устранения, разрабатывать предложения по повышению качества продукции на основе результатов исследований.

4) Содержание: P1 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P2 – 6 ч. / 0,17 з.е.; P3 – 3 / 0,08 з.е.; P4 – 6 ч. / 0,17 з.е.

5) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	Кол-во часов / з. е.
1	Системы скольжения дислокаций в металлах и сплавах с гранецентрированной (ГЦК) и объёмноцентрированной (ОЦК) решетками	9 / 0,25
2	Определение систем скольжения, по которым развивается пластическая деформация монокристалла металла с ГЦК/ОЦК решеткой для различных вариантов осей растяжения	9 / 0,25
3	Пересечение дислокациями границ двойников в металлах с ОЦК и ГЦК решетками	9 / 0,25
4	Оценка вклада различных механизмов упрочнения в конструктивную прочность металлического материала	9 / 0,25

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий	Кол-во часов / з. е.
1	Анализ кривых деформации монокристаллов металлов и сплавов	9 / 0,25
2	Анализ кривых ползучести	9 / 0,25

б) Использование оборудования: Лекции; практические занятия; консультации; самостоятельная работа студентов - лекционные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС Microsoft Windows 7, 10.

Лабораторные занятия – Оптические микроскопы МЕТАМ РВ 21-2 – 6 шт.; оптические микроскопы Neophot 2 с приставками для дюрOMETрических испытаний – 2 шт.; оптический микроскоп Olympus GX51; электронные весы SHIMADZU с приставкой для измерения плотности SMK-401.

7) Основная литература:

Электронные ресурсы (издания)

1. Основы теории дефектов, прочности и пластичности кристаллов: учебное пособие / Д. А. Мирзаев, К. Ю. Окишев. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. — 336 с. Режим доступа: <https://docplayer.ru/67530076-Osnovy-teorii-defektov-prochnosti-i-plastichnosti-kristallov.html> (дата обращения 30.09.2020)

2. Николаева Е. А. Сдвиговые механизмы пластической деформации монокристаллов / Е.А. Никаева – Пермь: Издательство Пермского государственного технического университета, 2011. — 50 с. Режим доступа: <http://lab4.icmm.ru/wp-content/uploads/2012/05/nikolaeva2.pdf> (дата обращения 30.09.2020)

3. Новые методы упрочнения упорядоченных сплавов / Б. А. Гринберг, В. И. Сюткина. — М.: Металлургия, 1985. – 185 с. Режим доступа: <http://www.imp.uran.ru/?q=ru/content/novye-metody-uprochneniya-uporyadochennyh-splavov> (дата обращения 30.09.2020)

Печатные издания электронного каталога библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76> (не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль)):

1. Рекристаллизация металлов и сплавов : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 150702 - Физика металлов и по направлению 150100 - Материаловедение и технологии материалов / В. С. Литвинов, С. В. Гриб ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013 .— 86 с. : ил. — Библиогр.: с. 81-82 (20 назв.) .— ISBN 978-5-7996-0919-1, 100 экз.

2. Металлофизика высокопрочных сплавов: Учеб. пособие для вузов / М. И. Гольдштейн, В. С. Литвинов, Б. М. Бронфин.— М. : Металлургия, 1986 .— 311 с. : ил. ; 21 см.— Предм. указ.: с. 307-311. — Библиогр.: с. 305-306. — допущено в качестве учебного пособия.— 0.95., 33 экз.

3. Разрушение металлических кристаллов : учебное пособие / В. С. Литвинов ; науч. ред. В. В. Сагарадзе ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2007 .— 56 с. : ил. ; 21 см.— Библиогр.: с. 53-54 (8 назв.). — без грифа .— 978-5-321-01021-1, 10 экз. (кафедра ТОФМ)

4. Штремель, Мстислав Андреевич. Прочность сплавов: Учебник для вузов. Ч. 2. Деформация.— М. : МИСИС, 1997 .— 527 с. — рекомендовано в качестве учебника.— ISBN 5-87623-015-4 : 43.80., 4 экз.

5. Штремель, Мстислав Андреевич. Прочность сплавов: Учебник для вузов. Ч. 1. Дефекты решетки / Моск. гос. ин-т стали и сплавов (Технол. ун-т.— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : МИСИС, 1999.— 383 с. — без грифа .— ISBN 5-87623-046-4: 46.80., 5 экз.

Дифракционные и электронно-микроскопические методы анализа материалов - ДЭММАМ

(Аббревиатура и название дисциплины)

2 семестр, 1 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

P1 - Электронно-микроскопические методы анализа материалов - Растровая электронная микроскопия и микрорентгеновский спектральный анализы. Принцип работы и принципиальная схема современных растровых электронных микроскопов Принципы получения изображения, качественный и количественный анализы содержания химических элементов. Выбор условий работы РЭМ и подготовка образцов. Дифракция отраженных электронов. Ориентационная микроскопия: устройство системы и принцип действия. Ориентационные карты, анализ преимущественных ориентировок.

Просвечивающая электронная микроскопия и микрорентгеновский спектральный анализ тонких фольг. Принцип работы и принципиальная схема современных просвечивающих электронных микроскопов Принципы получения изображения, качественный и количественный анализы содержания химических элементов. Выбор условий работы ПЭМ и подготовка образцов.

P2 - Рентгенодифракционные методы анализа материалов - Рентгеновское излучение: получение, свойства, взаимодействие с веществом. Поглощение рентгеновского излучения. Дифракция рентгеновского излучения. Виды картин дифракции. Устройство и принцип действия современного рентгеновского дифрактометра. Дифрактограммы. Качественный и количественный фазовый анализ. Безэталонный количественный анализ по методу Ритвельда. Терморентгенография.

Анализ текстуры материалов дифрактометрическим методом. Построение прямых и обратных полюсных фигур.

2) **Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины.** 108 ч. / 3 з.е.

3) **Результаты обучения:** ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям.

4) **Содержание:** P1 – 9 ч. / 0,25 з.е.; P2 – 9 ч. / 0,25 з.е.

5) **Лабораторные работы и проекты:**

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	Кол-во часов / з. е.
1	Анализ структуры материала методом растровой электронной микроскопии	3 / 0,08
2	Определение и анализ кристаллографической текстуры методом EBSD	3 / 0,08
3	Анализ структуры материала методом просвечивающей электронной микроскопии	3 / 0,08
4	Качественный анализ фазового состава образца по его дифрактограмме	3 / 0,08
5	Количественный фазовый анализ состава образца по его дифрактограмме	3 / 0,08
6	Анализ фазовых превращений методом терморентгенографии	3 / 0,08

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий	Кол-во часов / з. е.
1	Знакомство с устройством растрового микроскопа	3 / 0,08
2	Стереографические проекции	6 / 0,17
3	Знакомство с устройством просвечивающего микроскопа	3 / 0,08
4	Пробоподготовка для просвечивающей микроскопии	3 / 0,08
5	Знакомство с устройством рентгеновского дифрактометра	3 / 0,08

6) **Использование оборудования:** для лекционных занятий: лекционные аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием (проекторы, интерактивные доски). ОС Microsoft

Windows 7, 10.

Практические и лабораторные занятия: микроскопы Olympus GX-51, Nikon Epiphot 200; растровая электронная микроскопия (РЭМ) Philips SEM 535, Jeol JSM-6490LV, Zeiss AURIGA; просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) Jeol JEM-2100, FEI Titan 60-300); дифрактометры Bruker D8 Advance.

Специализированное ПО, входящее в состав используемого оборудования.

7) Основная литература:

Электронные ресурсы (издания) elag.urfu.ru:

1. Методы исследования текстур в материалах: учебно-методическое пособие / М. Л. Лобанов, А. С. Юровских, Н. И. Кардолина, Г. М. Русаков ; [науч. ред. А. А. Попов]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 115, [1] с. – ISBN 978-5-7996-1107-1. <http://hdl.handle.net/10995/28791>

2. Современные методы исследования полиморфных превращений в сталях: учебное пособие / О. В. Селиванова, О. Н. Полухина, В. А. Хотинков, В. М. Фарбер; научный редактор А. А. Попов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2017. — 60 с. — ISBN 978-5-7996-2173-5. <http://hdl.handle.net/10995/54005>

Печатные издания <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>

1. Рентгенографический и электронно-оптический анализ : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 550500-Металлургия, 651300-Металлургия, 651800-Физ. материаловедение / С. С. Горелик, Ю. А. Скаков, Л. Н. Расторгуев .— 4-е изд., перераб. и доп. — М. : МИСИС, 2002 .— 360 с. : ил. ; 26 см .— Библиогр.: с. 357-358 (38 назв.). — ISBN 5-87623-096-0: 135.00. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. Инвентарный номер: 15712 – уч. фонд 38 экз.).

2. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подгот. "Прикладные математика и физика" / Д. Брандон, У. Каплан; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова, с доп. О. В. Егоровой.— М. : Техносфера, 2004 .— 384 с. : ил. ; 24 см .— (Мир материалов и технологий) .— Предм. указ.: с. 376-377. — Библиогр. в конце гл. — Рекомендовано в качестве учебника.— ISBN 5-94836-018-0 .— ISBN 0-471-98501-5. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. Инвентарный номер: 17733 – уч. фонд 42 экз.).

3. Металловедение и термическая обработка стали и чугуна : справочник : в 3 т. Т. 1. Методы испытаний и исследования / [Б. С. Бокштейн, Ю. Г. Векслер, Б. А. Дроздовский и др.] / под ред. А. Г. Рахштадта, Л. М. Капуткиной, С. Д. Прокошкина, А. В. Супова .— М. : Интернет Инжиниринг, 2004 .— 688 с. : ил. ; 25 см .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 687 (16 назв.). — ISBN 5-89594-103-6. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. Инвентарный номер: 18587– уч. фонд 21 экз.).

Технологические аспекты производства конструкционных материалов - ТАПКМ

(Аббревиатура и название дисциплины)

3 семестр, 2 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

P1 – Физические основы высокой конструктивной прочности - Конструктивная прочность металлов, сплавов и композиционных материалов. Основные виды воздействующих на материал внешних факторов и комплекс свойств, обеспечивающих надежность и долговечность изделий (конструкций). Механизмы упрочнения и их вклад в изменение комплекса механических свойств изделий при термической и/или термомеханической обработке.

P2 – Технологические аспекты термомеханической обработки изделий (труб) - Термомеханическая обработка. Металловедческая концепция производства проката. Структура трубных сталей после термомеханической обработки. Современные стали для труб большого диаметра. Контролируемая прокатка и ее особенности.

P3 – Технологические аспекты термической обработки изделий - Основы процессов термической обработки. Понятие теплотехнически массивного и тонкого тела при нагреве. Расчет продолжительности нагрева и охлаждения изделий при термообработке. Виды термообработки изделий и их особенности. Принципы выбора контролируемых атмосфер и технико-экономическое обоснование их применения.

P4 – Оборудование для термической/термомеханической обработки изделий - Классификация нагревательных устройств по принципу механизации, автоматизации и способу производства. Конструкции термических печей и прокатного оборудования. Особенности и области применения скоростного поверхностного и сквозного нагрева от внешних источников. Установки для одновременного и непрерывного индукционного нагрева ТВЧ и ТПЧ. Основные факторы, определяющие выбор необходимой скорости охлаждения изделий при термической обработке. Классификация охлаждающих сред и устройств. Методы определения охлаждающей способности сред. Способы спрейерной и водовоздушной закалки. Оборудование для охлаждения. Общая характеристика и классификация агрегатного термического оборудования. Принципы компоновки линий непрерывного и периодического действия.

P5 – Контроль структуры и механических свойств изделий - Технологические испытания массовой продукции. Оценка качества металла по структуре и механическим свойствам. Статистическая обработка результатов оценки механических свойств. Связь необходимого и достаточного числа механических характеристик с назначением конструкции. Экономическое значение надежности как характеристики качества. Классификация механических испытаний. Испытания на растяжение, твердость, ударный изгиб. Оборудование для механических испытаний. Проверка испытательных машин и стандартизация испытаний. Специальные виды механических испытаний для аттестации труб, сварных соединений и других изделий. Применение фрактографического метода для анализа эксплуатационных повреждений. Корреляция фрактограмм с микроструктурой. Использование растровой и просвечивающей электронной микроскопии для изучения поверхностей разрушения.

2) **Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины.** 144 ч. / 4 з.е.

3) **Результаты обучения:** ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения. ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям. ПК-4 - Способен проводить исследования видов брака конструкционных материалов и изделий из них, устанавливать природу их появления и способы устранения, разрабатывать предложения по повышению качества продукции на основе результатов исследований.

4) **Содержание:** P1 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P2 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P3 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P4 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P5 – 6 ч. / 0,17 з.е.

5) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий	Кол-во часов / з. е.
1	Расчет времени нагрева и охлаждения изделий	9 / 0,25
2	Оценка вязкопластических свойств изделий	9 / 0,25
3	Выбор и обоснование основного и вспомогательного оборудования для термической/термомеханической обработки изделий	9 / 0,25
4	Проектирование агрегата (поточной линии) для термической/термомеханической обработки изделий	9 / 0,25

6) Использование оборудования:

Компьютер - 3 шт. Доска учебная меловая. Доска интерактивная Smartboard с компьютером - 1 шт.

7) Основная литература:

1. Методология выбора металлических сплавов и упрочняющих технологий в машиностроении: учебное пособие. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2013. Т. 1: Стали и чугуны / М.А. Филиппов, В.Г. Бараз, М.А. Гервасьев, М.М. Розенбаум. 2-е изд., испр. 2013. 229 с.

2. Зоткин В.Е. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении: учеб. пособие. Москва: ФОРУМ ИНФРА-М, 2008. 320 с.

3. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Мухин Г.Г. и др. Материаловедение: учебник, 7-е изд., стер. Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 648 с.

4. Справочник по конструкционным материалам / [Б.Н. Арзамасов, Т.В. Соловьева, С.А. Герасимов и др.]; под ред. Б.Н. Арзамасова, Т.В. Соловьевой. Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 640 с.

5. Комаров О.С., Ковалевский В.Н., Чаус А.С. и др. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие. Минск: Новое знание, 2005. 560 с.

6. [Батаев А.А.](#) Батаев В.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение: учеб. пособие. Москва: Логос, 2006. 400 с.

7. Кугультинов С.Д., Ковальчук А.К., Портнов И.И. Технология обработки конструкционных материалов: учебник, 2-е изд., стер. Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 671 с.

8. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов: учебник, 5-е изд., перераб. и доп. Москва: Аз-book, 2009. 448 с.

9. [Нарва В.К.](#) Технология и свойства порошковых материалов и изделий из них: Конструкционные материалы: Курс лекций [Электронный ресурс]. Москва: МИСИС, 2010. 124 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2068.

10. [Земсков Ю.П.](#) Материаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 188 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/113910>.

11. [Черепяхин А.А.](#), Кузнецов В.А. Технологические процессы в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие, 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 184 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/118618>.

12. Бараз В.Р., Филиппов М.А. Физические основы упрочнения и разрушения материалов: учебное пособие. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2017. 192 с.

Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов - МТСПМ

(Аббревиатура и название дисциплины)

1 семестр, 1 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

P1 – Металлические сплавы - Классификация сталей и чугунов. Цветные сплавы (медные, никелевые, титановые, магниевые, алюминиевые).

P2 - Металлы и сплавы с особыми свойствами - Сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Сплавы с постоянным модулем упругости. Радиационно-стойкие материалы. Материалы со специальными магнитными свойствами.

P3 - Магнитомягкие материалы - Классификация, общая техническая характеристика и назначение магнитно-мягких материалов. Основные требования к структуре магнитно-мягких материалов. Влияние некоторых факторов на свойства магнитно-мягких материалов. Общая характеристика электротехнических листовых сталей: классификация, основные свойства, назначение. Химические составы электротехнической анизотропной и изотропной сталей (ЭАС и ЭИС). Основные технологические схемы производства электротехнических сталей. Процессы, ответственные за формирование структуры и текстуры электротехнических сталей (горячая и холодная деформации, первичная рекристаллизация, нормальный и аномальный рост зерен). Магнитно-мягкие сплавы на основе системы железо-никель. Фазовое равновесие и основные группы сплавов в системе железо-никель. Влияние термической обработки на магнитные свойства железоникелевых сплавов. Влияние легирующих элементов на магнитные свойства железоникелевых сплавов. Сплавы на основе системы железо-никель-кобальт. Особые свойства перминваров. Сплавы на основе системы железо-кобальт. Условия получения высоких магнитных характеристик. Основные магнитно-мягкие сплавы на основе системы железо-кобальт.

P4 - Магнитотвердые материалы - Классификации магнитно-твердых материалов: по применению; по способам получения; по видам анизотропии. Основные характеристики магнитно-твердых материалов: остаточная индукция, коэрцитивная сила, максимальная магнитная энергия. Стабильность свойств магнитно-твердых материалов: временная, температурная, при изменении внешних магнитных полей, при механических воздействиях. Структура высококоэрцитивного состояния. Основные причины магнитного гистерезиса. Постоянные магниты из однодоменных удлиненных частиц. Магнитотвердые сплавы системы Fe-Ni-Al-Co. Фазовое равновесие, кинетика фазовых превращений и механизм структурообразования в сплавах системы Fe-Ni-Al-Co.

P5 - Нанокристаллические и аморфные материалы - Вещество, фаза, материал. Иерархическое строение материалов. Основные принципы формирования наносистем. Способы получения, классификация. Аморфные магнитомягкие сплавы на основе железа. Аморфные магнитомягкие сплавы на железоникелевой основе. Аморфные магнитомягкие сплавы на основе кобальта. Нанокристаллические магнитомягкие материалы.

2) Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины. 144 ч. / 4 з.е.

3) Результаты обучения: ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям.

4) Содержание: P1 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P2 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P3 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P4 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P5 – 6 ч. / 0,17 з.е.

5) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	<i>Кол-во часов / з. е.</i>
1	Определение текстурованности материалов оптическими методами.	3 / 0,08
2	Измерение аттестационных характеристик электротехнических сталей.	3 / 0,08
3	Магнитометрические исследования в сталях.	6 / 0,17
4	Исследование и контроль качества твердых сплавов магнитным методом	6 / 0,17
Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий	<i>Кол-во часов / з. е.</i>
1	Влияние легирующих элементов на свойства электротехнических сталей	3 / 0,08

2	Изучение оборудования для горячей прокатки плоского проката (станы разных производителей)	3 / 0,08
3	Оборудование для проведения магнитных измерений (листовые материалы)	3 / 0,08
4	Расчет магнитных характеристик из кривых намагничивания сталей и прецизионных сплавов	3 / 0,08
5	Расчет ошибок при обработке экспериментальных данных.	3 / 0,08
6	Подбор материалов для магнитопроводов различных устройств энергомашиностроения	3 / 0,08

Курсовая работа - «Современные материалы специального назначения» - 19 ч. / 0,53 з.е.

б) Использование оборудования: Лекции; практические занятия; консультации; самостоятельная работа студентов - лекционные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС Microsoft Windows 7, 10.

Лабораторные занятия – Оптические микроскопы МЕТАМ РВ 21-2 – 6 шт.; оптические микроскопы Neophot 2 с приставками для дюро-метрических испытаний – 2 шт.; оптический микроскоп Olympus GX51; электронные весы SHIMADZU с приставкой для измерения плотности SMK-401.

7) Основная литература:

Электронные ресурсы (издания) elar.urfu.ru:

1. Попов А. А. Фазовые и структурные превращения в металлических сплавах: учебное пособие / А. А. Попов, М. А. Жиликова, М. А. Зорина. – Мин-во науки и высшего образования РФ. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 316 с.

2. Лобанов М. Л. Металлофизика материалов для электромашиностроения: учебное пособие / М. Л. Лобанов, А. А. Редикульцев, М. А. Зорина. – Мин-во науки и высшего образования РФ. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 144 с.

3. Бараз В. Р. Физические основы упрочнения и разрушения материалов: учебное пособие / В. Р. Бараз, М. А. Филиппов. – Министерство образования и науки РФ. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 192 с.

4. Бараз В. Р. Назначение и выбор металлических материалов: учебное пособие / В. Р. Бараз, М. А. Филиппов, М. А. Гервасьев. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016. – 192 с.

Печатные издания <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>:

1. Матухин В. Л. Физика твердого тела: учеб. пособие. / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань. – 2010. – 224 с.

2. Василевский А. С. Физика твердого тела: учеб. пособие для студентов вузов. / А. С. Василевский. – Москва: Дрофа. – 2010. – 206 с.

3. Епифанов Г. И. Физика твердого тела: учеб. пособие / Г. И. Епифанов. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань. – 2011. – 288 с.

4. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. Изд. 2-е, испр. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 416 с.

5. Рыжонков Д. И. Наноматериалы: учеб. пособие. 2-е изд. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 365 с.

6. Рамбиди Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 456 с.

Методические указания к лабораторным работам (в электронном виде - http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=12046):

1. Определение текстурованности материалов оптическими методами. Методическая разработка к лабораторным, практическим и курсовым работам / М.Л. Лобанов, А.А. Редикульцев. Екатеринбург: УрФУ, 2013, 12 с.

2. Измерение аттестационных характеристик электротехнических сталей. Методическая разработка к лабораторным, практическим и курсовым работам / М.Л. Лобанов, А.А. Редикульцев. Екатеринбург: УрФУ, 2013, 15 с.

3. Магнитометрические исследования в стали. Методическая разработка к лабораторным, практическим и курсовым работам / И.К. Денисова. Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», 2013. 10 с.

4. Исследование и контроль качества твердых сплавов магнитным методом. Методические указания к лабораторным и практическим работам по специальным дисциплинам для студентов всех материаловедческих и металлургических специальностей / И. К. Денисова. Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», 2013. 19 с.

Материаловедение композиционных материалов – МКМ

(Аббревиатура и название дисциплины)

3 семестр, 2 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

P1 - Общая характеристика композиционных материалов - Понятие композиционных материалов (КМ), их характеристика. Структура КМ. Классификация КМ по типу матриц, виду наполнителей. Схемы армирования.

P2 - Дисперсно-упрочненные композиционные материалы (ДУКМ) - Понятие и общая характеристика ДУКМ. Природа упрочнения ДУКМ. Особенности структурных изменений в процессах деформации и термической обработки ДУКМ. ДУКМ на металлической основе - ДУКМ на алюминиевой основе, на основе никеля, меди и других металлов, их характеристика

P3 - Волокнистые композиционные материалы (ВКМ) P3.T1 - Общие сведения - Классификация ВКМ в зависимости от используемых волокон и матриц. Анализ влияния на упрочнение характеристик волокон, схемы армирования.

Влияние на комплекс свойств ВКМ прочности сцепления с матрицей. Типы связи между матрицей и волокном различных типов ВКМ и необходимые условия их совместимости.

Виды основных волокон: металлическая проволока из сталей, тугоплавких металлов и бериллия, стекловолокно, борные, углеродные керамические органические волокна. Свойства, способы получения, структура, эксплуатационные характеристики, достоинства и недостатки.

P3.T2 - ВКМ на металлической основе - Основные виды используемых матриц. Способы производства ВКМ на металлической основе. ВКМ на алюминиевой, титановой и никелевой основе. Используемые сплавы в качестве матриц и виды волокон, способы получения, комплекс свойств, сравнительная характеристика. P3.T3 - ВКМ на неметаллической основе - Сравнительная характеристика с ВКМ на металлической основе. Основные типы матриц и используемых волокон. Классификация КМ по виду волокна и анализ особенностей связи между компонентами КМ. ВКМ на полимерной основе. Особенности свойств ВКМ с различными матрицами - эпоксидной, феноло-формальдегидной, полиимидной. Стекловолокниты, углеволокниты, борволокниты, органоволокниты: структура, свойства, характерные особенности.

P4 - Эвтектические композиционные материалы (ЭКМ) - Понятие эвтектических КМ, принципы формирования, примеры двойных и тройных систем, методы получения. Характеристика ЭКМ на основе алюминия, никеля, кобальта, тантала, ниобия и их сплавов.

2) **Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины.** 180 ч. / 5 з.е.

3) **Результаты обучения:** ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения. ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям

4) **Содержание:** P1 – 4,5 ч. / 0,125 з.е.; P2 – 4,5 ч. / 0,125 з.е.; P3 – 4,5 ч. / 0,125 з.е.; P4 – 4,5 ч. / 0,125 з.е.;

5) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	Кол-во часов / з. е.
1	Сравнительная оценка термической стабильности дуралюмина и САП	6 / 0,17
2	Определение величины упрочнения в дисперсно-упрочненных композиционных материалах по параметрам микроструктуры	6 / 0,17
3	Определение объемной доли упрочнителя в композиционном материале.	6 / 0,17
4	Определение прочностных характеристик волокнистых композиционных материалов	6 / 0,17
5	Упрочняющая термическая обработка матрицы на основе алюминиевых	6 / 0,17

	сплавов.	
6	Определение прочности сцепления материала волокна с матрицей методом микроиндентирования.	6 / 0,17

б) Использование оборудования: Лекции; консультации; самостоятельная работа студентов - лекционные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС Microsoft Windows 7, 10.

Лабораторные занятия - Оптические микроскопы МЕТАМ РВ 21-2 – 6 шт.; оптические микроскопы Neophot 2 с приставками для дюрOMETрических испытаний – 2 шт.; оптический микроскоп Olympus GX51 с системой компьютерной обработки изображений SIAMS 700; электронные весы SHIMADZU с приставкой для измерения плотности SMK-401 – 1 шт. Растровые электронные микроскопы фирм Philips, Jeol, Zeiss с приставками для микроанализа – 3 шт., Прибор для измерения микротвердости и модуля упругости методом микроиндентирования фирмы – 1 шт.

7) Основная литература:

Электронные ресурсы (издания) lib.urfu.ru:

1. Носов, В. В. Механика композиционных материалов. Лабораторные работы и практические занятия [Электронный ресурс] / Носов В. В. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 240 с. — <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=30427>.

2. Шуваева, Е. А. Материаловедение. Неметаллические и композиционные материалы. Курс лекций [Электронный ресурс] / Шуваева Е. А., Перминов А. С. — Москва : МИСИС, 2013 .— 77 с.— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=47490>.

3. Михеев, Р. С. Алюмоматричные композиционные материалы с карбидным упрочнением для решения задач новой техники / Р.С. Михеев ; Т.А. Чернышова .— М. : б.и., 2013 .— 356 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468341>>

Печатные издания <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>

1. Арзамасов, Владимир Борисович. Материаловедение: учебник / В. Б. Арзамасов, А. А. Черепухин .— Москва : Экзамен, 2009. — 350 с.

2. Мальцева, Людмила Алексеевна. Технологические основы получения порошковых и композиционных материалов : [учебное пособие для студентов вузов / Л. А. Мальцева ; науч. ред. С. В. Грачев - Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2008. — 251 с.

3. Батаев, А. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение : учеб. пособие / А. А. Батаев, В. А. Батаев .— Москва : Логос, 2006 .— 400 с.

4. Мэттьюз, Ф. Композитные материалы. Механика и технология: учеб. для студентов физ. и материаловед. специальностей / Ф. Мэттьюз, Р. Ролингс ; пер. с англ. С. Л. Баженова .— М. : Техносфера, 2004 .— 408 с.

5. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технологии : учеб. пособие для студентов вузов, / [М. Л. Кербер, В. М. Виноградов, Г. С. Головкин и др.] ; под ред. А. А. Берлина .— Санкт-Петербург : Профессия, 2008 .— 560 с.

6. Костиков, Валерий Иванович. Композиционные материалы на основе алюминиевых сплавов, армированных углеродными волокнами / В.И. Костиков, А.Н. Варенков .— М. : ИНТЕРМЕТ ИНЖИНИРИНГ, 2000 .— 446 с.

7. Материаловедение и технология металлов : учебник для студентов вузов, обучающихся по машиностроит. специальностям / [Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин и др.] ; под ред. Г. П. Фетисова .— Изд. 4-е, испр. — Москва : Высшая школа, 2006 .— 862 с.

8. Композиционные материалы : Справочник / В.В. Васильев и др. ; Под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского .— М. : Машиностроение, 1990 .— 510с.

9. Справочник по конструкционным материалам: Справочник/ Б.Н. Арзамасов, Т.В. Соловьева, С.А. Герасимов и др.; Под ре. Б.Н. Арзамасова, Т.В. Соловьевой. – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. 640 с.

10. Производство металлических слоистых композиционных материалов / А. Г. Кобелев, В. И. Лысак, В. Н. Чернышев и др. М. : Интермет Инжиниринг, 2002 .— 496 с.

11. Мельников, Владимир Николаевич. Материаловедение и технологии современных и перспективных неметаллических материалов : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 150100 "Материаловедение и технология материалов / В. Н. Мельников ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : УрФУ, 2013 .— 168 с.

12. Филиппов, Михаил Александрович. Материаловедение в автомобилестроении: учебное пособие для студентов вузов/ М. А. Филиппов, М. А. Гервасьев, А. С. Жилин ;— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2015 .— 310 с.

Методология выбора материалов и технологий производства - МВМТП

(Аббревиатура и название дисциплины)

2 семестр, 1 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

Р1 - Свойства, классификация и методологические основы выбора конструкционных материалов - Химический состав, физические, механические и эксплуатационные свойства конструкционных материалов и их влияние на качество и надежность деталей и изделий. Классификация современных металлических и неметаллических конструкционных материалов. Обобщенный алгоритм выбора материалов и технологий.

Р2 - Эксплуатационные требования к выбору материала - Анализ конструкционных особенностей и условий эксплуатации изделия. Виды механических нагрузок и требования к прочности материала для высоконагруженных изделий. Виды износа и трибологические требования к выбору материалов для деталей трибосопряжений. Современные антифрикционные материалы. Требования к выбору материалов для работы изделий при повышенных и низких температурах (жаростойкие, теплоустойчивые и хладостойкие стали и сплавы). Требования к выбору материала по коррозионной стойкости и жаростойкости. Работоспособность, долговечность материала и надежность технологических процессов.

Р3 - Технологические требования к выбору материала - Технологические требования к литейным и ковочным свойствам материала заготовок. Технологические требования к обрабатываемости резанием, свариваемости, закаливанию, прокаливаемости и сплавляемости порошковых материалов для аддитивных технологий. Методы и критерии упрочняющих технологий.

Р4 - Экономические и экологические требования к выбору материала и технологии - Цена на материалы при различных технологиях производства заготовок. Себестоимость обработки материалов в условиях конкретного производства. Функционально-стоимостной анализ технологии. Коэффициент экономической целесообразности.

Р5 - Системный подход к решению многофакторной задачи оптимального выбора материалов и технологий - Подготовка задачи и целевые условия выбора материала и технологии обработки при производстве изделий. Декомпозиция задач выбора материала и технологии как n -мерное поисковое пространство решений. Составление декомпозиционной схемы анализа решения задачи выбора материала и технологии в пространстве эксплуатационных, технологических, экономических и экологических требований. Структуризация целевых условий и определение количества уровней декомпозиции.

Р6 - Компьютерные 3D технологии конструирования и производства изделий. - Порошковые материалы и современные аддитивные технологии изготовления изделий с уникальными функциональными свойствами. Сравнительные технико-экономические показатели традиционной и аддитивной технологии.

2) Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины. 144 ч. / 4 з.е.

Результаты обучения: ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения. ПК-3 - Способен организовать, координировать и контролировать производственную деятельность по созданию конструкционных материалов и их исследований. ПК-5 - Способен разрабатывать документацию, предназначенную для описания технологических процессов создания конструкционных материалов и изделий из них, контроля и измерения их свойств и испытаний. ДПК-1 - Способен анализировать и систематизировать научно-техническую и патентную информацию.

3) Содержание: Р1 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р2 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р3 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р4 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р5 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р6 – 3 ч. / 0,08 з.е.

4) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий	Кол-во часов / з. е.
1	Выбор аналогов зарубежных марок сталей и сплавов для производства фланцевого крепежа. Работа с отечественными и зарубежными стандартами и со справочной литературой	6 / 0,17
2	Выбор материала и технологии термической обработки фланцевого крепежа для различных условий эксплуатации	6 / 0,17
3	Определение технологических требований к материалу и ФСА технологии изготовления шпинделя задвижки	6 / 0,17
4	Сравнительный анализ экономических и экологических показателей традиционной и аддитивной технологии.	6 / 0,17
5	Разработка декомпозиционной схемы решения задачи оптимального выбора материала и технологии изготовления шпинделя задвижки	6 / 0,17
6	Определение Парето-оптимальных решений-ограничений выбора материала и технологии на основе декомпозиции и экспертных оценок.	4 / 0,11
7	Выбор порошкового материала и обоснование аддитивной технологии производства кастомизированного имплантата для восстановления ампутированной конечности	2 / 0,06

5) Использование оборудования: для лекционных занятий: лекционные аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием (проекторы, интерактивные доски). ОС Microsoft Windows 7, 10.

Практические и лабораторные занятия: микроскопы Olympus GX-51, Nikon Epiphot 200; растровая электронная микроскопия (РЭМ) Philips SEM 535, Jeol JSM-6490LV, Zeiss AURIGA; просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) Jeol JEM-2100, FEI Titan 60-300); дифрактометры Bruker D8 Advance.

Специализированное ПО, входящее в состав используемого оборудования.

б) Основная литература:

- Методология выбора металлических сплавов и упрочняющих технологий в машино-строении: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400-Металлургия / Т. 1: Стали и чугуны / М. А. Филиппов, В. Г. Бараз, М. А. Гервасьев, М. М. Розенбаум. — 2-е изд., испр. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2013. — 229 с.

- Методология выбора металлических сплавов и упрочняющих технологий в машино-строении : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400-Металлургия / Т. 2: Цветные металлы и сплавы / М. А. Филиппов, В. Р. Бараз, М. А. Гервасьев — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013. — 235 с.

- Материаловедение : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению под-гот. и специальностям в обл. техники и технологии / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др.; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. — 7-е изд., стер. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. — 648 с.

- Зоткин, В.Е. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машино-строении : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Материаловедение в машиностроении", "Металловедение и терм. обраб. металлов" / В. Е. Зоткин. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2008. — 320 с.

- Зуев, Л.Б. Физические основы прочности материалов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 151600 "Прикладная механика", 223200 "Техническая физика" / Л. Б. Зуев, В. И. Данилов ; отв. ред. Б. Д. Аннин. — Дол-гопрудный : Интеллект, 2013. — 376 с.

- Справочник по конструкционным материалам / Б. Н. Арзамасов, Т. В. Соловьева, С. А. Герасимов и др. ; под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. — 640 с.

- Международный транслятор современных сталей и сплавов. Сортамент. Т. 2: Россия. США. Европейские страны. Япония / Под ред. В.С. Кершенбаума / С.С. Дьяченко, Р.П. Журавлева, А.М. Зайденберг и др. — М. : Наука и техника, 1992. — 556 с.

- Международный транслятор современных сталей и сплавов : Т. 3 : Россия, США, Канада, Европейские страны, Япония, Австралия. / Под ред. В.Я. Кершенбаума / М.С. Блан-тер, М.Я. Брун, Г.Г. Гулей и др. — М. : Наука и техника, 1992. — 637 с.

- Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин и др.; Под ред. В. Г. Сорокина. — М. : Машиностроение, 1989. — 638 с.

Ультрадисперсные и наноматериалы - УДНМ

(Аббревиатура и название дисциплины)

3 семестр, 2 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

P1 - Ультрадисперсные материалы и методы их получения - **P1.T1** - Влияние дисперсности структуры на физико-механические свойства материалов. Области применения ультрадисперсных материалов. - Влияние дисперсности на термодинамические свойства дисперсных систем. Фазовые переходы. Правило фаз Гиббса для дисперсных систем. Влияние изменения размера зерна в поликристаллических материалах на магнитные свойства, диффузию, механические свойства и другие функциональные свойства. **P1.T2** - Объемные субмикроструктурные материалы, методы их получения и свойства. - Получение объемных субмикроструктурных материалов путем интенсивной пластической деформации, консолидацией ультратонких порошков и методом закалки. Особенности внутреннего строения ультрамелкого зерна. Термическая стабильность зерна. Прочность, пластичность, сверхпластичность и ползучесть субмикроструктурных материалов, особенности разрушения. **P1.T3** - Ультрадисперсные порошки и методы их получения. - Получение ультратонких порошков методами электрического взрыва, плазмохимическим синтезом, механоактивацией и др. Примеры использования ультрадисперсных порошков.

P2 - Наноматериалы и методы их получения - **P2.T1** - Фундаментальные основы нанотехнологий. - Основные понятия и определения наук о наносистемах и нанотехнологий. История возникновения нанотехнологий и наук о наносистемах. Объекты и методы нанотехнологий. Принципы и перспективы развития нанотехнологий. Размерные эффекты в наноматериалах. Роль объема и поверхности в физических свойствах наноразмерных объектов. Механика нанобъектов. Механические колебания и резонансы в наноразмерных системах. Сила трения. Кулоновское взаимодействие. Оптика нанобъектов. Соотношение длины волны света и размеров наночастиц. Различия в распространении света в однородных и наноструктурированных средах. Фазовые превращения в наноматериалах. Вещество, фаза, материал. Иерархическое строение материалов. Наноматериалы и их классификация. Неорганические и органические функциональные наноматериалы. Гибридные (органонеорганические и неорганогорганические) материалы. Биоминерализация и биокерамика. Наноструктурированные 1D, 2D и 3D материалы. Мезопористые материалы. Молекулярные сита. Наноккомпозиты и их синергетические свойства. Конструкционные наноматериалы. **P2.T2** - Методы получения наночастиц и их применение. - Методы химической гомогенизации (соосаждение, золь-гель метод, криохимическая технология, пиролиз аэрозолей, сольвотермальная обработка, сверхкритическая сушка). Классификация наночастиц и нанобъектов. Приемы получения и стабилизации наночастиц. Агрегация и дезагрегация наночастиц. Синтез наноматериалов в одно и двумерных нанореакторах. **P2.T3** - Углеродные наноматериалы - Основные понятия квантовой химии. Гибридизация атомных орбиталей и многообразие аллотропных модификаций и химических соединений углерода. Алмаз и алканы. Графит, графен, арены, алкены, чаоит, карбин, алкины. Смешанные и промежуточные аллотропные модификации углерода. Структура нанотрубок. Одностенные нанотрубки. Многостенные нанотрубки нанотрубки. История открытия. Структурные свойства. Хиральность нанотрубок. Электронные свойства нанотрубок. Электронные свойства графитовой плоскости. Механические свойства углеродных нанотрубок. Упругие свойства углеродных нанотрубок. Электромеханические свойства углеродных нанотрубок. Нанотехнологические применения углеродных нанотрубок. Токсичность нанотрубок. Графен. Структура, упругие свойства, применение в электронике – «графеновая» электроника. Многослойный эпитаксиальный графен (MEG). Структура, электрические свойства, механические свойства, возможности применения в электронике. Наноалмаз, углеродные волокна. Структура, свойства, возможности применения. История открытия фуллеренов. Симметрия, космос, звезды и C₆₀. Кластеры углерода. Установка и методики Ричарда Смолли. Открытия Бакминстера Фуллера. Теорема Эйлера о многогранниках. Понятие о фуллеренах. Теорема Эйлера и структура молекул фуллеренов и углеродных нанокластеров, фуллереноподобные структуры в живой природе. Углеродные кластеры фуллероидного типа. Синтез, модифицирование, практическое использование фуллеренов. **P2.T4** - Экспериментальные методы исследований наноматериалов. - Методы исследования и диагностика нанобъектов и наносистем. Электронная растровая и просвечивающая микроскопия. Электронная томография. Электронная спектроскопия. Дифракционные методы исследования. Оптические и нелинейно-оптические методы диагностики. Особенности конфокальной микроскопии. Сканирующая зондовая микроскопия: Силовая микроскопия. Спектроскопия атомных силовых взаимодействий. Туннельная микроскопия и спектроскопия. Оптическая микроскопия и поляриметрия ближнего поля. Применение сканирующей зондовой

микроскопии в нанотехнологиях. **P2.T5** - Области применения наноматериалов. - Магнетизм нанобъектов. Квантовая механика наносистем. Квантоворазмерные эффекты в нанобъектах. Квазичастицы в твердом теле и в наноструктурированных материалах. Квантовые точки. Нитевидные кристаллы, волокна, нанотрубки, тонкие пленки и гетероструктуры. Квантовые эффекты в наноструктурах в магнитном поле. Электропроводимость нанобъектов. Понятие баллистической проводимости. Одноэлектронное туннелирование и кулоновская блокада. Оптические свойства квантовых точек. Спинтроника нанобъектов.

2) **Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины.** 216 ч. / 6 з.е.

3) **Результаты обучения:** ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения. ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям

4) **Содержание:** P1 – 9 ч. / 0,25 з.е.; P2 – 9 ч. / 0,25 з.е.

5) **Лабораторные работы и проекты:**

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	Кол-во часов / з. е.
1	Зернограничное упрочнение поликристаллических материалов	6 / 0,17
2	Определение размера зерна поликристаллических материалов	6 / 0,17
3	Исследование структуры порошковых сплавов, полученных SPS методом	6 / 0,17
4	Исследование влияния структуры и дефектов порошковых материалов на коэрцитивную силу	6 / 0,17
5	Применение рентгеноструктурного анализа для исследования фазового состава и текстуры тонких пленок.	6 / 0,17
6	Возможности растровой электронной микроскопии в исследованиях наноразмерных включений	6 / 0,17

6) **Использование оборудования:** Лекции; консультации; самостоятельная работа студентов - лекции-онные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС Microsoft Windows 7, 10. Лабораторные занятия 1) РЭМ Philips SEM 535 и Jeol JSM-6490LV; 2) дифрактометр Bruker D8 Advance; 3) установка дифференциально-термического анализа LNF NETZSCH STA 449C Jupiter 4) микро-твердомеры – 2 шт.; 5) электронные весы SHIMADZU с приставкой для измерения плотности SMK-401; 6) разрывная машина ИР 5057; 7) установка SPS спекания.

7) **Основная литература:**

1. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии : учеб. пособие.— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 .— 431 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. Инвентарный номер: 20779 - уч. фонд 5 экз.)

2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии . Изд. 2-е, испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009 .— 416 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. Инвентарный номер: 20665 - уч. фонд 5 экз.)

3. Рыжонков Д.И. Наноматериалы: учеб. пособие.— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 .— 365 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. Инвентарный номер: 20778 - уч. фонд 5 экз.)

4. Рыжонков Д.И. Наноматериалы : учеб. пособие. 2-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 365 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. Инвентарный номер: 22693 - уч. фонд 4 экз.)

5. Рамбиди Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009 .— 456 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. Инвентарный номер: 21818 - уч. фонд 4 экз.)

Структура и свойства функциональных покрытий и технологии их нанесения - ССФПТН

(Аббревиатура и название дисциплины)

3 семестр, 2 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

P1 - Классификация покрытий - **P1.T1** - Классификация покрытий по функциональным признакам - Классификация покрытий по назначению и способам нанесения. Основные примеры. **P1.T2** - Классификация покрытий по физическим и механическим свойствам - Классификация покрытий по природе материала, толщине и прочностных характеристиках.

P2 - Диффузионные покрытия - **P2.T1** - Основы технологий азотирования и цементации изделий - Краткое описание технологий и установок для проведения газовых азотирования и цементации; ионного азотирования; нитроцементации. Преимущества и недостатки каждого метода. Основные примеры применения изделий с азотированными и цементованными поверхностями. **P2.T2** - Применение изделий с диффузионными покрытиями - Другие виды диффузионных обработок металлических изделий (нитроцементация, борирование, алитирование, хромирование). Поверхностное удаление элементов. Обезуглераживание. Обезводораживание/

P3 - Газотермические покрытия и наплавка - **P3.T1** - Способы нанесения газотермических покрытий - Способы нанесения (газопламенное, плазменное, детонационное). Принципы напыления, материалы и оборудование. Классификация газотермических покрытий по назначению и материалам покрытия. Механизм формирования напыленного материала. Структуры газотермических покрытий. Основные характеристики газотермических покрытий. Методы испытаний и контроля качества. **P3.T2** - Технология наплавки - Описание технологического оборудования применяющегося для проведения электродуговой, электроконтактной, вибродуговой, газовой, плазменной и лазерной наплавки. **P3.T3** - Области применения покрытий - Описание материалов для газотермического напыления. Примеры применения данных материалов в практике защиты и ремонта деталей и узлов оборудования методами газотермического напыления и наплавки.

P4 - Другие виды покрытий - Полимерные, эмалевые, лакокрасочные, вакуумно-плазменные покрытия. Способы нанесения, свойства и назначения.

2) **Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины.** 216 ч. / 6 з.е.

3) **Результаты обучения:** ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения. ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям

4) **Содержание:** P1 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P2 – 6 ч. / 0,17 з.е.; P3 – 6 / 0,17 з.е.; P4 – 3 ч. / 0,08 з.е.

5) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	Кол-во часов / з. е.
1	Прогнозирование эффективной толщины цементованного слоя	6 / 0,17
2	Формирование многофазных покрытий при химико-термической обработке	6 / 0,17
3	Неразрушающие методы контроля качества диффузионных покрытий	3 / 0,08
4	Разрушающие методы контроля качества диффузионных покрытий	6 / 0,17
5	Определение открытой пористости газотермических покрытий	3 / 0,08
6	Исследование структуры и свойств газотермических покрытий	3 / 0,08
7	Неразрушающие методы контроля качества покрытий	3 / 0,08
8	Разрушающие методы контроля качества	6 / 0,17

Курсовая работа - Обоснование выбора технологии нанесения покрытия для заданного изделия

6) **Использование оборудования:** Лекции; консультации; самостоятельная работа студентов - лекци-онные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС

Microsoft Windows 7, 10.

Лабораторные занятия: 1) оптические микроскопы МЕТАМ РВ 21-2 - 6 шт.; 2) оптические микроскопы Neophot 2 с приставками для дю-рометрических испытаний – 2 шт.; 3) микротвердомеры – 2 шт.; 4) электронные весы SHIMADZU с приставкой для измерения плотности SMK-401; 5) разрывная машина ИР 5057 для испытания адгезионной прочности газотермических покрытий.

7) Основная литература:

1. Защитные покрытия : учебное пособие / М. Л. Лобанов, Н. И. Кардонина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских . – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с. – ISBN 978-5-7996-1101-9.

2. Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления. Издательство: МГТУ им. Баумана. 2008 360 с.

Основы материаловедения и технологии материалов -ОМТМ

(Аббревиатура и название дисциплины)

1 семестр, 1 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

Р1 - Методы исследования структуры и свойств материалов - Основные термины и понятия. Применение оптической, растровой и электронной микроскопии для исследования структуры материалов. Обзор методов определения механических, физических свойств материалов.

Р2 - Фазовые превращения в сталях - Превращения в сталях при нагреве. Общие представления о перлитном, бейнитном и мартенситном превращениях. Распад аустенита в изотермических условиях. Превращения аустенита при непрерывном охлаждении.

Р3 - Основные операции термической обработки сталей и сплавов - Отжиг I рода. Отжиг II рода. Закалка с полиморфным превращением Отпуск закаленной стали Закалка без полиморфного превращения Старение сплавов.

Р4 - Деформация и рекристаллизация металлов и сплавов - Процессы, протекающие в материале при холодной пластической деформации. Превращения при нагреве деформированной структуры.

Р5 - Термомеханическая обработка - Низкотемпературная термомеханическая обработка Высокотемпературная термомеханическая обработка Контролируемая прокатка. Изменение структуры и свойств материалов при ТМО.

2) Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины. 144 ч. / 4 з.е.

3) Результаты обучения: ПК-2 - Способен организовывать проведение исследовательской и экспериментальной работы, анализировать её результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять и представлять полученные результаты в виде презентаций, научно-технической документации и научных публикаций.

4) Содержание: Р1 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р2 – 6 ч. / 0,17 з.е.; Р3 – 3 / 0,08 з.е.; Р4 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р5 - 3 ч. / 0,08 з.е.

5) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	Кол-во часов / з. е.
1	Старение цветных сплавов	9 / 0,25
2	Изучение структуры и свойств сталей после изотермической обработки	9 / 0,25
3	Изучение структуры и свойств сталей после охлаждения с различными скоростями из аустенитной области	9 / 0,25
4	Рост аустенитного зерна при нагреве легированных сталей	9 / 0,25

6) Использование оборудования: Лекции; практические занятия; консультации; самостоятельная работа студентов - лекционные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС Microsoft Windows 7, 10.

Лаборатории металлографии, электронной микроскопии, рентгено-структурного анализа, механических и физических свойств.

7) Основная литература:

Электронные ресурсы (издания)

1. **Материаловедение и технологии материалов** : учебное пособие / К. О. Базалева, С. А. Пахомова, А. Е. Смирнов [и др.]. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 41 с. — ISBN 978-5-7038-4442-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103460> (дата обращения: 06.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. **Седых, Л. В. Технология конструкционных материалов** : учебное пособие / Л. В. Седых. — Москва : МИСИС, 2012. — 170 с. — ISBN 978-5-87623-603-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116876> (дата обращения: 06.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. **Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении** : учебник / Ю. П. Солнцев, Е.

И. Пряхин, В. Ю. Пиирайнен. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 664 с. — ISBN 978-5-8114-3921-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118630> (дата обращения: 06.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Печатные издания

1. Попов А. А. Фазовые и структурные превращения в металлических сплавах : учебное пособие : Рекомендовано методическим советом Уральского федерального университета для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 22.03.01, 22.04.01 — Материаловедение и технология материалов и 22.04.02 — Metallургия / А. А. Попов, М. А. Жиликова, М. А. Зорина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 316 с. — ISBN 978-5-7996-2397-5.

2. Материаловедение и технология металлов : Учебник для вузов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др. — М. : Высшая школа, 2001 .— 638 с. : ил. ; 20 см .— Авт. указаны на обороте тит. л.; Библиогр.: с. 625-630. — рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-06-003616-2 : 87.00 : 108.90.

3. Пинчук, Л. С. Материаловедение и конструкционные материалы : Учеб. пособие для втузов / Л.С. Пинчук, В.А. Струк, Н.К. Мышкин, А.И. Свириденко; Под ред. В.А. Белого .— Минск : Вышэйшая школа, 1989 .— 461с. — допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5-339-00155-5 : 1.50.

4. Циммерман, Р. Metallургия и материаловедение : Справочник / Пер. с нем. Б.И. Левина, Г.М. Ашмарина; Под ред. П.И. Полухина, М.Л. Бернштейна .— М. : Metallургия, 1982 .— 479 с. — без грифа .— 3.90.

Физические методы исследования материалов - ФМИМ

(Аббревиатура и название дисциплины)

1 семестр, 1 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

P1 - Общие вопросы методологии исследования материалов - Методы измерений. Стратегии измерений. Систематические и случайные ошибки. Источники ошибок. Помехи, шумы. Характеристики измерительных систем: чувствительность; порог обнаружения; разрешающая способность; динамический диапазон; нелинейность. Статистические характеристики случайных величин. Функция распределения случайной величины.

P2 - Физические свойства материалов и физические методы исследования - Основные понятия и определения. Возможные классификации физических методов исследования металлических материалов. Особенности теплофизических измерений.

P3 - Термический анализ - Термопары, применяемые в практике металлургических исследований. Простой термический анализ. Дифференциальный термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия. Конструктивные особенности соответствующего оборудования. Регистрируемые термические кривые и их интерпретация. Методические рекомендации. Стандартизованное определение теплоемкости материалов методом дифференциальной сканирующей калориметрии. Температуропроводность и теплопроводность. Определение температуропроводности материалов методом Паркера. Динамический механический анализ. Термомеханический анализ.

P4 - Тепловое расширение - Дилатометрический анализ. Применяемое оборудование. Дилатометрические материалы. Стандартизованные методы определения температурного коэффициента линейного расширения твердых тел. Интерпретация дилатометрических аномалий. Стандартизованный метод построения термокинетических и изотермических диаграмм превращений переохлажденного аустенита в сталях.

P5 - Электромагнитные свойства - Эффект Зеебека. Электропроводность. Удельное электрическое сопротивление. Оборудование для проведения измерений.

2) Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины. 216 ч. / 6 з.е.

3) Результаты обучения: ПК-1 - Способен создавать новые специальные сплавы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения. ПК-2 - Способен выполнять комплексные исследования структуры и свойств специальных сплавов (изделий из них), используя существующие методики, адаптируя их или разрабатывая новые. ПК-3 - Способен организовывать научное исследование по заданной тематике, анализировать его результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты и готовить научно-техническую документацию.

4) Содержание: P1 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P2 – 6 ч. / 0,17 з.е.; P3 – 3 / 0,08 з.е.; P4 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P5 – 3 ч. / 0,08 з.е.

5) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	Кол-во часов / з. е.
1	Дифференциальный термический анализ конструкционных сталей и сплавов на основе титана.	6 / 0,17
2	Определение теплоемкости сталей и сплавов.	3 / 0,08
3	Определение температурного коэффициента линейного расширения металлических материалов.	3 / 0,08
4	Построение диаграмм превращения переохлажденного аустенита в сталях дилатометрическим методом.	6 / 0,17

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий	Кол-во часов / з. е.
1	Особенности термоэлектрических преобразователей.	3 / 0,08
2	Сравнение методов дифференциального термического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии.	6 / 0,17
3	Варианты выполнения дилатометрического анализа.	3 / 0,08
4	Модели, реализуемые при расчете температуропроводности материалов методом лазерной вспышки.	6 / 0,17

б) Использование оборудования: Лекции; практические занятия; консультации; самостоятельная работа студентов - лекционные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС Microsoft Windows 7, 10.

Практические и лабораторные занятия: Оптические микроскопы Neophot 2 с приставками для дюротметрических испытаний – 2 шт.; оптический микроскоп Olympus GX51; электронные весы SHIMADZU с приставкой для измерения плотности SMK-401.

7) Основная литература:

Электронные ресурсы (издания) elar.urfu.ru:

1. Попов А. А. Фазовые и структурные превращения в металлических сплавах: учебное пособие / А. А. Попов, М. А. Жилиякова, М. А. Зорина. – Мин-во науки и высшего образования РФ. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 316 с.
2. Лобанов М. Л. Металлофизика материалов для электромашиностроения: учебное пособие / М. Л. Лобанов, А. А. Редикульцев, М. А. Зорина. – Мин-во науки и высшего образования РФ. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 144 с.
3. Бараз В. Р. Назначение и выбор металлических материалов: учебное пособие / В. Р. Бараз, М. А. Филиппов, М. А. Гервасьев. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016. – 192 с.

Печатные издания <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>:

1. Матухин В. Л. Физика твердого тела: учеб. пособие. / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань. – 2010. – 224 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. Инвентарный номер: 21894 – уч. фонд 5 экз.).
2. Василевский А. С. Физика твердого тела: учеб. пособие для студентов вузов. / А. С. Василевский. – Москва: Дрофа. – 2010. – 206 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. Инвентарный номер: 22450 – уч. фонд 4 экз.).
3. Епифанов Г. И. Физика твердого тела: учеб. пособие / Г. И. Епифанов. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань. – 2011. – 288 с. (Зональная научная библиотека Уральского Федерального Университета. Инвентарный номер: 22752 – уч. фонд 15 экз.).

Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах и процессах -

ММСПНМП

(Аббревиатура и название дисциплины)

1 семестр, 1 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

P1 - Применение математического моделирования при анализе структур сплавов - Применение математического моделирования при автоматизированном анализе микроструктур. Некоторые положения стереометрической металлографии. Оценка реальной структуры. Количественные соотношения между параметрами трехмерной, двумерной и одномерной структур. Неоднородность структуры и плоскость выбора шлифа. Устройство и принцип работы анализатора изображений для световой микроскопии. Метод светлого поля в отраженном свете. Метод темного поля в отраженном свете. Метод поляризации. Метод дифференциально-интерференционного контраста. Основы формирования изображения на экране монитора компьютера. Основы преобразование изображений. Система анализа изображений "SIAMS Photolab".

P2 - Применение математического моделирования при анализе текстур сплавов - Применение математического моделирования при текстурном анализе. Кристаллографические проекции. Прямые полюсные фигуры. Обратные полюсные фигуры. Алгоритмы расчета ППФ и ОПФ. Аксиальные текстуры. Ограниченные текстуры (текстуры прокатки). Дифрактометрическое исследование текстуры. Описание текстуры с помощью функции распределения ориентировок (ФРО). Исследование текстуры методом дифракции обратно рассеянных электронов (ДОРЭ). Углы Эйлера. Получение ФРО с помощью ДОРЭ-метода. Пересчет ФРО в ППФ и ОПФ.

P3 - Связь между математическим моделированием и анализом текстур сплавов - Пластическая деформация и текстурообразование. Текстура деформации. Текстура рекристаллизации. Особенности дислокационной структуры и процесса рекристаллизации в текстурованном материале. Теоретические представления о текстурообразовании при рекристаллизации.

P4 - Применение математического моделирования при дифракционном анализе - Порошковая дифрактограмма. Профильный анализ: метод свертки. Индексирование дифрактограммы. Профильный анализ всей дифрактограммы. Сферические гармоники.

2) **Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины.** 216 ч. / 6 з.е.

3) **Результаты обучения:** ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения. ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям. ПК-4 - Способен проводить исследования видов брака конструкционных материалов и изделий из них, устанавливать природу их появления и способы устранения, разрабатывать предложения по повышению качества продукции на основе результатов исследований.

4) **Содержание:** P1 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P2 – 6 ч. / 0,17 з.е.; P3 – 3 / 0,08 з.е.; P4 – 6 ч. / 0,17 з.е.

5) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	Кол-во часов / з. е.
1	Автоматический анализатор изображений Siams 700. «Относительное содержание феррита и перлита в сталях»	9 / 0,25
2	Моделирование и анализ полюсных фигур металлов с ОЦК, ГЦК и ГПУ кристаллической решеткой.	18 / 0,5
3	Моделирование и анализ ФРО металлов с ОЦК, ГЦК и ГПУ кристаллической решеткой.	9 / 0,25
4	Моделирование и анализ дифрактограмм в программном комплексе TOPAS	18 / 0,5

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий	Кол-во часов / з. е.
---------------	---	----------------------

1	Принципы обработки цифровых изображений в металлографии. Построение математических моделей влияния параметров обработки на структуру.	6 / 0,17
2	Построение ППФ и ОПФ	6 / 0,17
3	Расшифровка и анализ ППФ и ОПФ	6 / 0,17
4	Принцип работы текстурной приставки	6 / 0,17
5	Принцип работы метода ДОРЭ	6 / 0,17
6	Принципы работы порошковой дифракции	6 / 0,17

б) Использование оборудования: Лекции; практические занятия; консультации; самостоятельная работа студентов - лекционные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС Microsoft Windows 7, 10. Лабораторные занятия: Оптический микроскоп Olympus GX51, Анализатор изображений Siams 700. Операционная система Microsoft Windows 7. MS Office

7) Основная литература:

Электронные ресурсы (издания)

1. Жуковский, О. И. Информационные технологии и анализ данных : учебное пособие / О.И. Жуковский .— Томск : Эль Контент, 2014 .— 130 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480500> (дата обращения 30.09.2020)

2. Информационные технологии в управлении технологическими процессами цветной металлургии : учебное пособие / Б.М. Горенский .— Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012 .— 148 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229169> (дата обращения 30.09.2020)

3. Изюмов, А. А. Компьютерные технологии в науке и образовании : учебное пособие / А.А. Изюмов ; В.П. Коцубинский .— Томск : Эль Контент, 2012 .— 150 с. Режим доступа: http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=1012022 (дата обращения 30.09.2020)

Печатные издания электронного каталога библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>:

1. Брандон, Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студентов / Д. Брандон, У. Каплан ; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова, с доп. О. В. Егоровой .— М. : Техносфера, 2004 .— 384 с. Рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-94836-018-0, 42 экз.

2. Горелик С. С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Учеб. пособие для вузов. — 4-е изд. доп. и перераб. — М.: МИСИС, 2002. —360 с. ISBN 5-87623-096-0, 37 экз.

3. Организация и математическое планирование эксперимента: учебное пособие / Юдин Ю.В., Майсурадзе М.В., Водолазский Ф.В. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 124 с. ISBN 978-5-7996-2486-6, 11 экз. (каф. ТОиФМ)

4. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. и др. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия/ М.: Металлургия, 1982, 632 с. 92 экз.

5. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография. М.: Металлургия. 1970. 375 с. 9 экз.

6. Чернявский К. С. Стереология в металловедении. М.: Металлургия. 1977. 279 с. 5 экз.

7. Бородкина М.М., Спектор Э. Н. Рентгенографический анализ текстуры металлов и сплавов М., «Металлургия», 1981. 272 с. 4 экз.

8. Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач / А.Н. Тихонов, В.Д. Кальнер, В.Б. Гласко. М.: Машиностроение, 1990. 264 с. 4 экз.

9. Самарский А.А. Введение в численные методы. М.: Наука, 1982. 5 экз.

10. Рекристаллизация металлов и сплавов : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 150702 - Физика металлов и по направлению 150100 - Материаловедение и технологии материалов / В. С. Литвинов, С. В. Гриб ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013 .— 86 с. : ил. — Библиогр.: с. 81-82 (20 назв.) .— ISBN 978-5-7996-0919-1, 100 экз.

11. Брандон, Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студентов / Д. Брандон, У. Каплан ; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова, с доп. О. В. Егоровой .— М. : Техносфера, 2004 .— 384 с. Рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-94836-018-0, 42 экз.

12. Штремель, Мстислав Андреевич. Прочность сплавов : Учебник для вузов. Ч. 2. Деформация .— М. : МИСИС, 1997 .— 527 с. — рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-87623-015-4 : 43.80., 4 экз.

13. Штремель, Мстислав Андреевич. Прочность сплавов : Учебник для вузов. Ч. 1. Дефекты решетки / Моск. гос. ин-т стали и сплавов (Технол. ун-т .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : МИСИС, 1999 .— 383с. — без грифа .— ISBN 5-87623-046-4 : 46.80., 5 экз.

Основы методологии и постановки научных исследований - ОСПНИ

(Аббревиатура и название дисциплины)

1 семестр, 1 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

Р1 - Методологические основы научного познания - Метод научного познания: сущность, содержание, основные характеристики. Классификация методов научного познания: философские, общенаучные подходы и методы, частнонаучные, дисциплинарные, междисциплинарные исследования. Общенаучные логические методы и приемы познания (анализ, синтез, абстрагирование, идеализация, аналогия, моделирование и др.). Понятие о методологии науки. Диалектика как общая методология научного познания.

Р2 - Методологические основы научного исследования - Специфика научного исследования: Научные исследования как особая форма познавательной деятельности. Классификация методов научных исследований: эмпирические, теоретические, сравнительно-исторические, методы математической и статистической обработки и интерпретации результатов научной работы. Исследовательские возможности различных методов. Понятийный аппарат научного исследования: Компоненты научного аппарата исследования (противоречие, проблема, тема, актуальность, объект исследования, предмет исследования, цель, задачи, гипотеза, защищаемые положения, научная новизна, теоретическая и практическая значимость для науки и практики). Общие методологические принципы научного исследования: единство теории и практики; принципы объективности, всесторонности и комплексности исследования; системный подход к проведению исследования. Частные методологические принципы научного исследования. Доказательство. Состав и структура доказательства. Опровержение и его структура. Формы теоретического мышления. Основные принципы методологии. Эмпирико-теоретические методы. Логико-теоретические методы. Методологические требования к проведению научного исследования. Методологические требования к результатам исследования: объективность, достоверность, надежность, доказательность и др.

Р3 - Методика проведения научных исследований - Этапы научного исследования: Выбор темы научного исследования. Составление плана научного исследования. Замысел, структура и логика проведения научного исследования, вариативность его построения. Комплексность исследования. Содержание и характеристика основных этапов исследования, их взаимосвязь и субординация. Разработка методики поведения исследований. Критерии оценки полученных данных, качественный и математический анализ.

Р4 - Проблематика и перспективные стратегии научного поиска - Научные парадигмы. Концепции развития современного научного познания. Комплексное исследование как форма научно-исследовательской стратегии. Межнаучное взаимодействие при решении современных научно-технических разработок.

Р5 - Обработка результатов исследования - Научные выводы. Формулирование практических рекомендаций. Оформление результатов научного труда. Основные требования к содержанию, логике и методике изложения исследовательского материала. Работа с научной литературой. Цитирование. Характеристика основных видов представления результатов исследования: диссертация, научный отчет, монография, автореферат, учебное пособие, статья, рецензия, методические рекомендации, тезисы научных докладов и др.

Р6 - Культура и мастерство исследования - Профессионально-значимые личностные качества исследователя. Мастерство исследователя: общая культура и эрудиция, профессиональные знания, исследовательские способности и умения, исследовательская направленность. Творчество и новаторство в работе исследователя. Научная добросовестность и этика, искусство общения и культура поведения исследователя.

2) Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины. 144 ч. / 4 з.е.

3) Результаты обучения: ПК-2 - Способен организовывать проведение исследовательской и экспериментальной работы, анализировать её результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять и представлять полученные результаты в виде презентаций, научно-технической документации и научных публикаций. ДКр-1 - способность анализировать и систематизировать научно-техническую и патентную информацию

4) Содержание: Р1 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р2 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р3 – 3 / 0,08 з.е.; Р4 – 3 ч. / 0,08 з.е. ; Р5 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р6 – 3 ч. / 0,08 з.е.

5) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий	Кол-во часов / з. е.
1		6 / 0,17
2		6 / 0,17
3		6 / 0,17

6) Использование оборудования: Лекции; практические занятия; консультации; самостоятельная работа студентов - лекционные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС Microsoft Windows 7, 10. Лаборатории металлографии, электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа, механических и физических свойств.

7) Основная литература:

1. Микрюкова, Т. Ю. Методология и методы организации научного исследования: электронное учебное пособие / Т.Ю. Микрюкова. — Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2015.— 233 с. — ISBN 978-5-8353-1784-4 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481576>>.

Печатные издания

1. Рузавин, Г. И. Методология научного познания: учебное пособие / Г.И. Рузавин. — Москва : Юнити-Дана, 2015 .— 287 с. — ISBN 978-5-238-00920-9 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115020>>.

2. Новиков, А. М. Методология научного исследования / А.М. Новиков; Д.А. Новиков. — Москва : Либроком, 2010 .— 284 с. — ISBN 978-5-397-00849-5 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82773>>

Специальные сплавы - СС

(Аббревиатура и название дисциплины)

1 семестр, 1 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

Р1 КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИНЦИПЫ ЛЕГИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ Р1.Т1 КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА Основные определения и понятия. Классификация сталей и сплавов по свойствам, областям применения и сортаменту. Маркировка сталей и сплавов. Металлургическое качество сплавов. **Р1.Т2 ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СТРУКТУРНЫЕ И ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ** Классификация легирующих элементов. Влияние легирующих элементов на температуры полиморфных превращений. Влияние легирующих элементов на кинетику структурных и фазовых превращений

Р2 ФАЗЫ В МАТЕРИАЛАХ С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ Р2.Т1 ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ Закономерности образования твердых растворов. Структура и свойства твердых растворов на основе разных полиморфных модификаций железа. **Р2.Т2 ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫЕ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ФАЗЫ** Общие закономерности образования карбидов и нитридов. Свойства карбидных и нитридных фаз. Типы интерметаллидов.

Р3 ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В МАТЕРИАЛАХ С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ Превращения при нагреве. Фазовая перекристаллизация. Растворение вторых фаз. Рекристаллизация. Превращения при охлаждении. Истинная закалка и закалка с полиморфным превращением. Диффузионные превращения. Превращения промежуточного типа. Диаграммы распада метастабильных твердых растворов.

Р4 МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ Стали повышенной и высокой прочности для металлических конструкций. Механизмы упрочнения, структура и механические свойства сталей повышенной и высокой прочности. Влияние химического состава на комплекс свойств феррито-перлитных сталей повышенной прочности. Современные стали повышенной и высокой прочности. Термическое и механо-термическое упрочнение проката для металлоконструкций. Трубные стали. Материалы для насосно-компрессорных и обсадных труб. Стали для магистральных трубопроводов.

Р5 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ Р5.1 СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ Материалы для холодной объемной деформации. Улучшаемые и поверхностно закаливаемые стали. Материалы с высокой конструктивной прочностью. Материалы для изготовления подшипников. Материалы для упругих элементов. **Р5.2 НОВЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** Сплавы с эффектом памяти. Структурная природа эффекта памяти формы. Сплавы с памятью формы. Никель-титановые сплавы. Применение сплавов с памятью формы в интеллектуальных конструкциях. Пьезоэлектрики. Использование пьезоэлектрических преобразователей. Природа магнитострикции. Редкоземельные интерметаллические материалы. Применение эффекта магнитострикции в интеллектуальных конструкциях. Интеллектуальные медицинские материалы.

Р6 КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ Р6.1 ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ Основные виды коррозии металлических материалов. Принципы легирования коррозионностойких материалов. Особенности структурных и фазовых превращений в коррозионностойких материалах. **Р6.2 СОВРЕМЕННЫЕ КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ** Мартенситные, ферритные и мартенситно-ферритные стали. ГЦК – сплавы с повышенной коррозионной стойкостью. Двухфазные коррозионностойкие сплавы.

Р7 ЖАРОПРОЧНЫЕ И ЖАРОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ Р7.Т1 МАТЕРИАЛЫ С ПОВЫШЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ Условия работы изделий из жаропрочных сплавов. Принципы легирования и формирования структуры жаропрочных сплавов. Теплоустойчивые стали. Жаропрочные сплавы

на основе железа.. Суперсплавы. P7.T2 ЖАРОСТОЙКИЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ Особенности газовой коррозии при повышенных температурах. Принципы легирования жаростойких материалов. Сплавы на основе системы железо-хром. Сплавы мартенситного класса. Аустенитные стали и сплавы.

P8 ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ Материалы для режущего инструмента. Фазовые превращения и особенности легирования сталей для режущего инструмента. Новые материалы для режущего инструмента. Материалы для изготовления инструмента для холодного и горячего деформирования. Материалы для измерительного инструмента.

2) **Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины.** 144 ч. / 4 з.е.

3) **Результаты обучения:** ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения.

4) **Содержание:** P1 – 2 ч. / 0,06 з.е.; P2 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P3 – 3 / 0,08 з.е.; P4 – 2 ч. / 0,08 з.е.; P5 – 2 ч. / 0,06 з.е.; P6 – 2 ч. / 0,06 з.е.; P7 – 2 ч. / 0,06 з.е.; P8 – 2 ч. / 0,06 з.е.

5) **Лабораторные работы и проекты:**

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	Кол-во часов / з. е.
1	Влияние легирующих элементов на склонность аустенитного зерна к росту при нагреве.	3 / 0,08
2	Закаливаемость и прокаливаемость стали.	3 / 0,08
3	Термическая обработка для получения феррито-мартенситной структуры	3 / 0,08
4	Изотермическая обработка стали	3 / 0,08
5	Штамповые стали для деформации металла в горячем состоянии и их обработка	3 / 0,08
6	Быстрорежущая сталь и ее обработка	3 / 0,08

6) **Использование оборудования:** Лекции; практические занятия; консультации; самостоятельная работа студентов - лекционные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС Microsoft Windows 7, 10. Лабораторные занятия: Учебная лаборатория оснащенная термическими печами, оптическими микроскопами, оборудованием для пробоподготовки, оборудованием для измерения механических свойств.

7) **Основная литература:**

1. Справочник по конструкционным материалам / под ред. Б.Н. Арзамасов, Т.В. Соловьевой. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 640с.

2. Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г. Специальные стали: Учебник. М.: Металлургия, 1985. 408с.

3. Башнин Ю.А., Ушаков Б. К., Секей А.Г. Технология термической обработки стали: Учебник. М.: Металлургия, 1986. 424 с.

Возможности и потребности современного материаловедения - ВПСМ

(Аббревиатура и название дисциплины)

2 семестр, 1 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

Р1 - Введение. Минерально-сырьевой рынок России в XXI веке. Мировые запасы металлов. - Функционирование минерально-сырьевого комплекса России в условиях обостряющейся конкуренции на мировых рынках металлов.

Р2 - Мировые рынки металлов и металлопродукции (по регионам) - Обеспеченность запасами минерально-сырьевых ресурсов различных регионов мира. Формирование баланса потребления и производства металлов в мире.

Р3 - Научные основы развития мировых рынков сырья, металлов, металлопродукции - Перспективы развития экономики национальной безопасности России как одного из основных поставщиков металлов и металлопродукции в мире.

Р4 - Общий обзор рынка продукции черной металлургии - Конъюнктура международного рынка продукции черной металлургии.

Р5 - Рынок продукции цветной металлургии - Конъюнктура международного рынка цветных металлов. Ценообразование на рынке цветных металлов. Инвестиционная составляющая мирового рынка цветных металлов. Международный рынок меди и никеля. Международный рынок цинка и свинца. Международный рынок алюминия. Международный рынок титана и магния.

Р6 - Международная торговля на рынке металлов и металлопродукции - Прогноз динамики экономических показателей металлургической промышленности. Меры государственного регулирования внутреннего рынка металлопродукции в целях сохранения темпов макроэкономической динамики.

2) Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины. 144 ч. / 4 з.е.

Результаты обучения: ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения. ПК-3 - Способен организовать, координировать и контролировать производственную деятельность по созданию конструкционных материалов и их исследований. ПК-5 - Способен разрабатывать документацию, предназначенную для описания технологических процессов создания конструкционных материалов и изделий из них, контроля и измерения их свойств и испытаний. ДКп-1 - Способен анализировать и систематизировать научно-техническую и патентную информацию.

3) Содержание: Р1 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р2 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р3 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р4 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р5 – 3 ч. / 0,08 з.е.; Р6 – 3 ч. / 0,08 з.е.

4) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий	Кол-во часов / з. е.
1	Выбор аналогов зарубежных марок сталей и сплавов для производства фланцевого крепежа. Работа с отечественными и зарубежными стандартами и со справочной литературой	6 / 0,17
2	Выбор материала и технологии термической обработки фланцевого крепежа для различных условий эксплуатации	6 / 0,17
3	Определение технологических требований к материалу и ФСА технологии изготовления шпинделя задвижки	6 / 0,17
4	Сравнительный анализ экономических и экологических показателей традиционной и аддитивной технологии.	6 / 0,17
5	Разработка декомпозиционной схемы решения задачи оптимального выбора материала и технологии изготовления шпинделя задвижки	6 / 0,17
6	Определение Парето-оптимальных решений-ограничений выбора материала и технологии на основе декомпозиции и экспертных оценок.	4 / 0,11

7	Выбор порошкового материала и обоснование аддитивной технологии производства кастомизированного имплантата для восстановления ампутированной конечности	2 / 0,06
---	---	----------

5) Использование оборудования: для лекционных занятий: лекционные аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием (проекторы, интерактивные доски). ОС Microsoft Windows 7, 10.

Практические и лабораторные занятия: микроскопы Olympus GX-51, Nikon Epihot 200; растровая электронная микроскопия (РЭМ) Philips SEM 535, Jeol JSM-6490LV, Zeiss AURIGA; просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) Jeol JEM-2100, FEI Titan 60-300); дифрактометры Bruker D8 Advance.

Специализированное ПО, входящее в состав используемого оборудования.

6) Основная литература:

- Методология выбора металлических сплавов и упрочняющих технологий в машино-строении: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400-Металлургия / Т. 1: Стали и чугуны / М. А. Филиппов, В. Г. Бараз, М. А. Гервасьев, М. М. Розенбаум .— 2-е изд., испр. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2013 . – 229 с.

- Методология выбора металлических сплавов и упрочняющих технологий в машино-строении : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400-Металлургия / Т. 2: Цветные металлы и сплавы / М. А. Филиппов, В. Р. Бараз, М. А. Гервасьев — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2013 . – 235 с.

- Материаловедение : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению под-гот. и специальностям в обл. техники и технологии / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др.; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина .— 7-е изд., стер. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005 .— 648 с.

- Зоткин, В.Е. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машино-строении : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Материаловедение в машиностроении", "Металловедение и терм. обраб. металлов" / В. Е. Зоткин .— 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2008 .— 320 с.

- Зуев, Л.Б. Физические основы прочности материалов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 151600 "Прикладная механика", 223200 "Техническая физика" / Л. Б. Зуев, В. И. Данилов ; отв. ред. Б. Д. Аннин .— Дол-гопрудный : Интеллект, 2013 .— 376 с.

- Справочник по конструкционным материалам / Б. Н. Арзамасов, Т. В. Соловьева, С. А. Герасимов и др. ; под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой .— Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005 .— 640 с.

- Международный транслятор современных сталей и сплавов. Сортамент. Т. 2: Россия. США. Европейские страны. Япония / Под ред. В.С. Кершенбаума / С.С. Дьяченко, Р.П. Журавлева, А.М. Зайденберг и др. — М. : Наука и техника, 1992 .— 556 с.

- Международный транслятор современных сталей и сплавов : Т. 3 : Россия, США, Кана-да, Европейские страны, Япония, Австралия. / Под ред. В.Я. Кершенбаума / М.С. Блан-тер, М.Я. Брун, Г.Г. Гулей и др. — М. : Наука и техника, 1992 .— 637 с.

- Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин и др.; Под ред. В. Г. Сорокина .— М. : Ма-шиностроение, 1989 .— 638 с.

Кристаллохимия фаз и механизмы фазовых превращений в сплавах - КФМФПС

(Аббревиатура и название дисциплины)

1 семестр, 1 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

P1 Диффузионные процессы в металлических системах Основные понятия и уравнения теории диффузии. Атомная теория диффузии: диффузия и случайные блуждания, механизмы диффузии в металлах, температурная зависимость коэффициента движущая сила диффузионного переноса, диффузии, диффузия в многофазных системах, процессы диффузионного роста фаз.

P2 Теория фазовых превращений в металлических системах Общие закономерности фазовых превращений в твердом состоянии. Процессы зарождения и роста.

P3 Кристаллохимия образующихся фаз в металлических системах Нестабильность микроструктуры, вызванная влиянием поверхности раздела.

P4 Механизмы фазовых превращений в металлических системах Механизм роста кристаллов при бездиффузионных превращениях. Старение и отпуск.

2) **Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины.** 216 ч. / 6 з.е.

3) **Результаты обучения:** ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения.

ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям.

ПК-4 - Способен проводить исследования видов брака конструкционных материалов и изделий из них, устанавливать природу их появления и способы устранения, разрабатывать предложения по повышению качества продукции на основе результатов исследований.

4) **Содержание:** P1 – 3 ч. / 0,08 з.е.; P2 – 6 ч. / 0,17 з.е.; P3 – 3 / 0,08 з.е.; P4 – 6 ч. / 0,17 з.е.

5) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	Кол-во часов / з. е.
1	Изучение взаимной диффузии в двойных сплавах.	9 / 0,25
2	Построение концентрационной зависимости коэффициента диффузии методом Матано-Больцмана.	9 / 0,25
3	Анализ кинетики процессов роста фаз.	9 / 0,25
4	Анализ кинетики и морфологии продуктов промежуточного превращения и мартенситного превращения.	9 / 0,25

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий	Кол-во часов / з. е.
1	Анализ фазовых превращений в сплавах железо-углерод	9 / 0,25
2	Анализ фазовых превращений в сплавах на основе цветных металлов	9 / 0,25

6) **Использование оборудования:** Лекции; практические занятия; консультации; самостоятельная работа студентов - лекционные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС Microsoft Windows 7, 10.

Лабораторные занятия – Оптические микроскопы МЕТАМ РВ 21-2 – 6 шт.; оптические микроскопы Neophot 2 с приставками для дюрOMETрических испытаний – 2 шт.; оптический микроскоп Olympus GX51; электронные весы SHIMADZU с приставкой для измерения плотности SMK-401.

7) Основная литература:

1. Бокштейн Б.С. Диффузия атомов и ионов в твердых телах / Б.С. Бокштейн, А.Б. Ярославцев. М.: МИСиС. 2005.362 с.

2. Попов А.А. Теория превращений в твердом состоянии. Учебное пособие. Екатеринбург: изд.

УГТУ, 2004. 168 с.

3. Попов А.А. Фазовые превращения в сплавах титана (Гл. 5) / В учебном пособии: Перспективные материалы. Том II Конструкционные материалы и методы управления их качеством. МИСиС. 2007. 280 с.

4. Попов А.А. Структура и свойства титановых сплавов: в 2 ч. 4.1. Процессы формирования структуры: учеб. пособие/А.А. Попов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 138 с.

5. Гриб С.В. Теория превращений в металлических сплавах: учеб. пособие/ С.В. Гриб, А.А. Попов, Н.Г. Россина, И.В. Нарыгина. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 110 с.

Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве - КИТНП

(Аббревиатура и название дисциплины)

3 семестр, 2 год

(Указать семестр и год)

1) Краткое содержание дисциплины.

P1 - Случайные величины. Точечные оценки параметров, эмпирические ряды распределения.

Элементы корреляционного анализа. - Математические модели случайных явлений. Свойства выборки случайных величин. Оценки параметров распределения генеральной совокупности, понятие об эффективности оценки. Приближенные способы оценок параметров распределения. Отбрасывание резко выделяющихся наблюдений, критерий Шовене. Построение доверительных интервалов для математического ожидания и стандартного отклонения нормального распределения. Критерии Пирсона, Стьюдента. Эмпирический ряд распределения случайной величины. Вариационный ряд, понятие о моде, медиане и размахе вариационного ряда. Этапы построения сгруппированного ряда. Графическое изображение эмпирических рядов распределения. Распределения Пуассона, Стьюдента, Фишера, хи-квадрат. Задачи корреляционного анализа. Коэффициент корреляции, его интерпретация, методы вычисления. Надежность определения коэффициента корреляции. Применение коэффициента корреляции для вычисления параметров линейной зависимости. Определение диапазона изменения коэффициентов линейной модели.

P2 - Методы построения регрессионных моделей - Основные допущения регрессионного анализа. Оценки параметров регрессии. Метод наименьших квадратов. Функциональная линеаризация. Определение коэффициентов регрессионной модели. Множественная линейная регрессия. Метод наименьших модулей. Реализация методов построения моделей с помощью электронных таблиц.

P3 - Построение моделей по экспериментальным данным, анализ моделей - Определение дисперсии опыта. Равномерное и неравномерное дублирование. Критерии Бартлета и Кохрена. Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости. Проверка адекватности полученной модели. Критерии Гаусса, Стьюдента, Фишера. Анализ полученной модели. Принятие решения с целью обеспечения требуемых свойств.

2) Временной ресурс / Кредитная стоимость дисциплины. 144 ч. / 4 з.е.

3) Результаты обучения: ПК-5 - Способен разрабатывать документацию, предназначенную для описания технологических процессов создания конструкционных материалов и изделий из них, контроля и измерения их свойств и испытаний.

4) Содержание: P1 – 12 ч. / 0,33 з.е.; P2 – 12 ч. / 0,33 з.е.; P3 – 12 / 0,33 з.е.

5) Лабораторные работы и проекты:

Номер занятия	Примерный перечень тем лабораторных работ	Кол-во часов / з. е.
1	Определение коэффициентов модели линейной множественной регрессии методом наименьших квадратов. Мультиколлинеарность и ее уменьшение.	6 / 0,17
2	Построение регрессионных моделей методом исключения. Метод наименьших модулей. Метод регуляризации.	9 / 0,25
3	Оптимизация режима термообработки методом минимизации функции нескольких переменных	9 / 0,25
4	Построение регрессионных моделей методом наименьших модулей.	6 / 0,17
5	Построение регрессионных моделей с применением метода регуляризации	6 / 0,17

6) Использование оборудования: Лекции; практические занятия; консультации; самостоятельная работа студентов - лекционные аудитории, оснащенных мультимедийным оборудованием. ОС Microsoft Windows 7, 10.

Лабораторные занятия: персональные компьютеры с установленными пакетами математических программ типа Origin, MathCad, MS Excel; мультимедийный проектор.

7) Основная литература:

1. Мельниченко, А. С. Анализ данных в материаловедении. Часть 2. Регрессионный анализ /

Мельниченко А.С. — Москва : МИСИС, 2014 .— Допущено учебно-методическим объединением по образованию в области металлургии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению Металлургия .— ISBN 978-5-87623-775-0 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=69760>.

2. Данилов, Н. Н. Математическое моделирование : учебное пособие / Н.Н. Данилов .— Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014 .— 98 с.

ISBN 978-5-8353-1633-5 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278827>>.

3. Каширина, Наталия Ивановна. Математическое моделирование автолокализованных состояний в конденсированных средах : [монография] / Н. И. Каширина, В. Д. Лахно .— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013 .— 292 с. : ил. — Библиогр.: с. 276-290 .— ISBN 978-5-9221-1530-8.

4. Формалев, Владимир Федорович. Теплоперенос в анизотропных твердых телах. Численные методы, тепловые волны, обратные задачи : [монография] / В. Ф. Формалев .— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015 .— 274 с. : ил. — Библиогр.: с. 262-274 (225 назв.) .— ISBN 978-5-9221-1624-4.