



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭПиОО
А.В.Ярославцев

15.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ПРОКАТА И МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ***

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Цифровые двойники в обработке материалов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт элитных программ и открытого образования
Кафедра	Цифровые двойники в обработке материалов
Курс	1
Семестр	1, 2

Магнитогорск
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Цифровые двойники в обработке материалов

26.01.22, протокол № 6

Зав. кафедрой

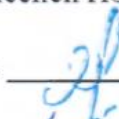


М.И. Румянцев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭПиОО

15.02.2022 г. протокол № 5

Председатель



А.В. Ярославцев

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЦДвОМ, д-р техн. наук



А.Н. Завалицин

Рецензент:

профессор кафедры ЛПиМ, д-р техн. наук



Н.В. Копцева

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Цифровые двойники в обработке материалов

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.И. Румянцев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Цифровые двойники в обработке материалов

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.И. Румянцев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цель преподавания дисциплины: обучение магистров по направлению 22.04.02 «Металлургия» профиля «Цифровые двойники в обработке материалов» основам структурной кристаллографии, теории дефектов кристаллического строения, необходимым для понимания взаимосвязи курсов металловедения, теории строения металлов, теории и технологии термической и термомеханической обработки, механических свойств, на основе чего магистр должен выполнять научно-исследовательскую, расчетно-аналитическую, проектно-технологическую и производственную виды профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Металловедение и технология термической обработки проката и металлоизделий входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Механическое оборудование для производства и обработки материалов

Теория и технология литейного производства

Теория и технология производства проката и металлоизделий

Теория и технология производства чугуна и стали

Информационные технологии в обработке материалов

Механическое оборудование для производства и обработки материалов

Механическое оборудование для производства и обработки материалов

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Теория и технология производства проката и металлоизделий

Теория и технология производства чугуна и стали

Информационные технологии в обработке материалов

Механическое оборудование для производства и обработки материалов

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Металловедение и технология термической обработки проката и металлоизделий» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК-1.1	Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
УК-1.2	Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению
УК-1.3	Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК-5.1	Ориентируется в межкультурных коммуникациях на основе анализа смысловых связей современной поликультуры и полиязычия

УК-5.2	Владет навыками толерантного поведения при выполнении профессиональных задач
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	
УК-6.1	Определяет образовательные потребности и способы совершенствования собственной (в том числе профессиональной) деятельности на основе самооценки
УК-6.2	Выбирает и реализует с использованием инструментов непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков
УК-6.3	Выстраивает гибкую профессиональную траекторию с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития
ПК-12 Способен обобщать результаты испытаний эксплуатационных свойств, а также тонких исследований структуры и химического состава изделий после технологических процессов термической обработки, интегрированных в комплексные системы и производственные линии	
ПК-12.1	Применяет пакеты прикладных программ статистического анализа для обобщения результатов испытания термического оборудования, интегрированного в комплексные системы и производственные линии
ПК-12.2	Анализирует результаты термической обработки
ПК-12.3	Уточняет параметры процессов термической обработки, интегрированных в комплексные системы и производственные линии, согласовывать и вносить изменения и дополнения в технологическую документацию

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 57,3 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,3 акад. часов;
- самостоятельная работа – 195 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - зачет, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 1. Жидкое и твердое состояния, кристаллизация. Изменение энергии при кристаллизации. Типы связи в веществе. Металлическое состояние вещества. Кристаллическая решетка. Понятие кристалла. Элементарная ячейка. типы решеток металлов, характеристики решетки. Атомные плоскости.	1	1		1	12	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3
1.2 Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Дефекты кристаллического строения. Понятие о дислокациях. Скольжение, переползание, поперечное скольжение. Напряжение вокруг дислокаций. Взаимодействие между дислокациями. Упрочнение металлов. Дислокационный механизм упрочнения.		3		3	23	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование.	УК-1.1, УК-1.2, ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3, УК-1.3

1.3 Деформация скольжением, двойникованием, сферообразованием. Диаграммы деформации. Стадии деформационного упрочнения металлов		2		2	18	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование.	УК-1.1, УК-1.2, ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3
1.4 Рекристаллизация металлов Механические свойства металлов Методы определения механических свойств		2		2	18	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование. Контрольная работа	УК-1.1, УК-1.2, ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3
1.5 Чистые металлы, твердые растворы, промежуточные фазы		1		1	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование.	УК-1.1, УК-1.2, ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3
1.6 Диффузия в металлах и сплавах. Атомный механизм диффузии		1		1	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование.	УК-1.2, ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3
1.7 Фазовые превращения в твердом состоянии. Изменение свободной энергии при ФП в твердом состоянии. Механизм и кинетика превращений. Нормальное и сдвиговое превращения. Роль диффузии при ФП. Диффузионное и бездиффузионное ФП. Классификация ФП по двум признакам.		2		2	18	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование.	ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3

1.8 Диаграммы состояния. Диаграмма Fe-C. Превращение аустенита в феррит в сталях. Перлитное превращение. Бейнитное превращение		2		2	12	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование. Контрольная работа	ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3
1.9 Мартенситное превращение, особенности, рельеф и морфология.		1		1	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование.	ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3
1.10 Распад пересыщенных твердых растворов. Старение. Низкотемпературный, распад, деформационное старение.		1		1	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование.	ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3
1.11 Классификация сплавов. Фазы и структуры в сплавах Fe-C. Классификация сталей. Углеродистые и легированные стали. Конструкционные и инструментальные стали.		2		2	18	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.		ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3
Итого по разделу		18		18	143			
Итого за семестр		18		18	143		зачёт	
2.								
2.1 Виды термической обработки металлов	2			2	10	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование.	ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3

2.2Технология термообработки сортового проката. Проходные роликовые печи			4	12	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование. Контрольная работа	ПК-12.1, ПК-12.2, ПК-12.3
2.3Технология термообработки листового проката. Колпаковые печи. АНО-АНГЦ			5	14	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование.	ПК-12.2, ПК-12.3
2.4Термомеханическая обработка. Контролируемая прокатка			4	10	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование. Контрольная работа	ПК-12.2, ПК-12.3
2.5Технология термообработки проволоки. Агрегаты отжига и патентирования			3	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение дополнительной информации по теме.	Устный опрос. Собеседование. Контрольная работа	ПК-12.2, ПК-12.3
Итого по разделу			18	52			
Итого за семестр			18	52		экзамен	
Итого по дисциплине	18		36	195		зачет, экзамен	

5 Образовательные технологии

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации. В процессе преподавания дисциплины «Металловедение и технология термической обработки проката и металлоизделий» применяются традиционные, интерактивные и информационно-коммуникационные образовательные технологии. При использовании традиционных образовательных технологий учебные занятия выполняются в форме информационных лекций и практические занятия. Эта технология сочетается с использованием информационно-коммуникационных образовательных технологий, когда лекции проводятся в форме лекций-визуализаций, при реализации которых изложение содержания сопровождается презентацией с демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в том числе иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов. Лекционный материал закрепляется в ходе практические занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении практические занятий используется интерактивные образовательные технологии, что предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников и достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Лекционный материал закрепляется в ходе практических занятий, на которых выполняются групповые задания по пройденной теме. Самостоятельная работа стимулирует студентов к поиску информации в процессе подготовки к занятиям и к сдаче экзамена

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Основы материаловедения: учебник / [В. Н. Заплатин, Ю. И. Сапожников, А. В. Дубов и др.] ; под ред. В. Н. Заплатина. — 8-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2017. 272 с.
2. Адашкин, А.М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: Учебник / А.М. Адашкин, А.Н. Красновский. - М.: Форум, 2018. - 592 с.
3. Столяров, В.Л. Фазовые превращения и структурообразование : учебник / В.Л. Столяров, Е.С. Малютина, В.Ю. Введенский. — Москва : МИСИС, 2018. — 266 с. — ISBN 978-5-906846-85-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115294> (дата обращения: 19.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Капуткина, Л.М. Строение и свойства металлов. Физические основы пластической деформации : учебное пособие / Л.М. Капуткина, С.Д. Прокошкин, С.В. Добаткин. — Москва : МИСИС, 2003. — 37 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117128> (дата обращения: 19.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Земсков, Ю.П. Материаловедение : учебное пособие / Ю.П. Земсков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-3392-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113910> (дата обращения: 19.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Токмин, А. М. Выбор материалов и технологий в машиностроении [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова. – М.: ИНФРА-М; Крас-ноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. – 235 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=900849>. – Загл. с экрана.
7. Бараз, В.Р. Назначение и выбор металлических материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Р. Бараз, М.А. Филиппов, М.А. Гервасьев. – Электрон. дан. – Екатеринбург: УрФУ, 2016. – 192 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99064>. – Загл. с экрана.
8. А.Н. Завалищин, М.И. Румянцев, А.В. Сычков. Технология термической обработки листового и сортового проката.-Магнитогорск, 2017.230 с.

б) Дополнительная литература:

1. Калинин, Б.А. Физическое материаловедение [Текст] : монография Физика твердого тела.. В 6 томах. Том I. Калинин Б.А (ред.) М.: МИФИ 636 с. <http://book.tr200.net/v.php?id=2073805>
2. Агамиров, Л.В. Физико-механические свойства. Испытания металлических материалов [Текст]: учебное пособие / Агамиров Л.В., Алимов М.А., Бабичев Л.П., Бакиров М.Б. под общей редакцией Мамаевой Е.И. Том II-1II. 2010. 568 с.
3. Филичкина, В.А. Методы и средства аналитического контроля материалов: химические и физико-химические методы аналитического контроля [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Филичкина, О.Л. Скорская, И.В. Муравьева. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2015. — 107 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93647> — Загл. с экрана.
4. Зоткин, В. Е. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении [Электронный ресурс]: учебник / В. Е. Зоткин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2017. – 320 с. – (Высшее образование). – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=854427>. – Загл. с экрана.
5. Завалищин А.Н., Щулепникова А.Г. «Термическая обработка низкоуглеродистой проволоки на ОАО «Магнитогорский метизно-калибровочный завод «ММК-МЕТИЗ»»: метод. указ. по провед. производ. практ. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2005. – 31с.

в) Методические указания:

1. Завалищин А.Н., Покачалов В.В., Харитонов В.А. Линейные дефекты кристаллического строения металлов [Текст]. Учебное пособие. Магнитогорск, МГТУ, 2000.
2. Завалищин А.Н. Диффузия в металлах. [Текст] Магнитогорск, МГТУ, 2008.
3. Завалищин А.Н. Фазовые превращения в твердом состоянии. [Текст] Магнитогорск, МГТУ, 2011.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий	http://scopus.com
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для выполнения курсовых проектов (работ) оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

По дисциплине «**Металловедение и технология термической обработки проката и металлоизделий**» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся, а также зачет и экзамен

6.1 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения лекций, литературы и материалов интернет-ресурсов по конкретной теме с целью осмысления учебного материала и формирования представлений для участия в собеседованиях и устных опросах.

Примерный перечень вопросов для устного опроса и собеседования

1. Жидкое и твердое состояния, кристаллизация.
2. Изменение энергии при кристаллизации.
3. Типы связи в веществе.
4. Металлическое состояние вещества.
5. Кристаллическая решетка.
6. Понятие кристалла.
7. Элементарная ячейка. типы решеток металлов, характеристики решетки.
8. Атомные плоскости.
9. Теоретическая и реальная прочность кристаллов.
10. Дефекты кристаллического строения.
11. Понятие о дислокациях.
12. Скольжение, переползание, поперечное скольжение.
13. Напряжение вокруг дислокаций.
14. Взаимодействие между дислокациями.
15. Упрочнение металлов.
16. Дислокационный механизм упрочнения.
17. Деформация скольжением, двойникованием, сборообразованием.
18. Диаграммы деформации.
19. Стадии деформационного упрочнения металлов
20. Рекристаллизация металлов
21. Механические свойства металлов
22. Методы определения механических свойств
23. Чистые металлы, твердые растворы, промежуточные фазы
24. Диффузия в металлах и сплавах.
25. Атомный механизм диффузии
26. Фазовые превращения в твердом состоянии.
27. Изменение свободной энергии при ФП в твердом состоянии.
28. Механизм и кинетика превращений.
29. Нормальное и сдвиговое превращения.
30. Роль диффузии при фазовых превращениях (ФП).
31. Диффузионное и бездиффузионное ФП.
32. Классификация ФП по двум признакам.
33. Диаграммы состояния.
34. Диаграмма Fe-C.
35. Превращение аустенита в феррит в сталях.
36. Перлитное превращение. Бейнитное превращение
37. Мартенситное превращение, особенности, рельеф и морфология.

38. Распад пересыщенных твердых растворов.
39. Старение. Низкотемпературный, распад, деформационное старение.
40. Классификация сплавов.
41. Фазы и структуры в сплавах Fe-C.
42. Классификация сталей.
43. Углеродистые и легированные стали.
44. Конструкционные и инструментальные стали.
45. Виды термической обработки металлов
46. Технология термообработки сортового проката.
47. Проходные роликовые печи
48. Технология термообработки листового проката.
49. Колпаковые печи.
50. Агрегат непрерывного отжига (АНО)
51. Агрегат непрерывного отжига-горячего цинкования (АНО-АНГЦ)
52. Термомеханическая обработка.
53. Контролируемая прокатка
54. Технология термообработки проволоки.
55. Агрегаты отжига и патентирования проволоки.

6.2 Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает самостоятельную проработку лекционного материала, решение задач и выполнение практических заданий.

Примеры задач и практических заданий

1. Расположите элементы Al, Nb, Ni и Sn в ряд в порядке предположительного возрастания энергии образования вакансий. Дайте необходимые пояснения
2. Приблизительно оцените энергию образования вакансии в ГЦК металле, если экспериментально определенная равновесная концентрация вакансий при 927 °С равна $1 \cdot 10^{-5}$.
3. Металл содержит равномерно распределенной примеси замещения. Определите среднее расстояние между примесными атомами в единицах периода ГЦК. и ОЦК. решетки.
4. В решетках с неплотной упаковкой скольжение часто возможно по плоскостям нескольких семейств с наиболее плотной упаковкой. В α -железе работают первые три из числа наиболее плотноупакованных плоскостей, содер-жащих вектор Бюргерса. Перечислить семейства скольжения в α -железе. Указать число систем скольжения в каждом семействе.
5. Оценить (в километрах) суммарную длину всех дислокаций в 1 см^3 отожженного металла с плотностью дислокаций 10^8 см^{-2} .
6. Оцените критическое напряжение течения для меди с равномерно распределенными в ней сферическими частицами SiO_2 радиусом 10 нм при объемной доле этих частиц, равной 0,1%. (Модуль сдвига G для меди равно $42,4 \text{ кН/мм}^2$).
7. Указать назначение и привести примеры режимов термической обработки горячекатаной листовой стали.
8. Используя данные о требованиях к свойствам проката или металлоизделий, объяснить принципы выбора режимов термической обработки.
9. Укажите и обоснуйте режимные параметры работы термических печей для термической обработки.
10. Используя данные о требованиях к свойствам проката или металлоизделий, обосновать режимы термической обработки.
11. Указать и обосновать особенности рекристаллизационного отжига плотнотоматных рулонов холоднокатаной стали различного назначения.

12. Сравнить процессы отжига плотносмотанных рулонов в различных защитных атмосферах.
13. Указать и обосновать особенности непрерывного отжига холоднокатаной стали различного назначения.
14. Выбрать способ и обосновать режим термической обработки сортового проката из углеродистой стали.
15. Выбрать способ и обосновать режим термической обработки сортового проката из низколегированной стали.
16. Выбрать способ и обосновать режим термической обработки сортового проката из легированной стали.
17. Выбрать способ и обосновать режим термической обработки сортового проката из рессорно-пружинных сталей.
18. Выбрать способ и обосновать режим термической обработки сортового проката для высокопрочного крепежа, изготавливаемого методом холодной объемной штамповки.
19. Указать и обосновать особенности технологии термической обработки сортового проката в бунтах на современных линиях Stelmor.
20. Указать и обосновать особенности технологии термической обработки в потоке производства стержневой и бунтовой арматуры.
21. Указать и обосновать особенности технологии и устройств для термоупрочнения-термоправки фасонного проката.

6.3 Зачет проводится для аттестации по итогам обучения первого семестра

Вопросы к зачету

1. Металлическое состояние вещества. Типы и характеристики кристаллических решеток металлов.
2. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Дефекты кристаллического строения
3. Понятие о дислокациях. Скольжение, переползание, поперечное скольжение дислокаций. Взаимодействие между дислокациями. Дислокационный механизм упрочнения.
4. Деформация скольжением, двойникованием, сборообразованием. Диаграммы деформации. Стадии деформационного упрочнения металлов
5. Наклёп и рекристаллизация.
6. Механические свойства металлов Методы определения механических свойств
7. Чистые металлы, твердые растворы, промежуточные фазы
8. Диффузия в металлах и сплавах. Атомный механизм диффузии.
9. Фазовые превращения (ФП) в твердом состоянии. Изменение свободной энергии при ФП в твердом состоянии.
10. Механизм и кинетика превращений. Нормальное и сдвиговое превращения.
11. Роль диффузии при ФП. Диффузионное и бездиффузионное ФП.
12. Классификация ФП по двум признакам.
13. Диаграммы состояния. Диаграмма Fe-C. Фазы и структуры в сплавах Fe-C
14. Превращение аустенита в феррит в сталях. Перлитное превращение. Бейнитное превращение
15. Мартенситное превращение, особенности, рельеф и морфология.
16. Распад пересыщенных твердых растворов. Старение. Низкотемпературный распад, деформационное старение.
17. Классификация сплавов. Классификация сталей.
18. Углеродистые и легированные стали.
19. Конструкционные и инструментальные стали

6.4 Экзамен проводится для аттестация по дисциплине в целом

Вопросы к экзамену

1. Сущность, понятие о режиме и виды термической обработки металлов
2. Структура и структурные составляющие углеродистых сталей
3. Кинетика фазовых превращений в сталях
4. Мартенсит и мартенситное превращение в углеродистых сталях
5. Бейнит и бейнитное превращение в углеродистых сталях.
6. Назначение, особенности и примеры использования нормализации
7. Назначение, особенности и примеры использования отпуска.
8. Назначение, особенности и примеры использования закалки.
9. Назначение, особенности и примеры использования гомогенизирующего отжига
10. Назначение, особенности и примеры использования рекристаллизационного отжига
11. Назначение, особенности и примеры использования полного отжига
12. Назначение, особенности и примеры использования неполного отжига
13. Назначение, особенности и примеры использования сфероидизирующего отжига
14. Противоблуженная термическая обработка
15. Традиционная технология нормализации горячекатаного листового проката
16. Традиционная технология закалки горячекатаного листового проката
17. Технология нормализации горячекатаного листового проката с прокатного нагрева
18. Технология закалки горячекатаного листового проката с прокатного нагрева
19. Высокотемпературная термомеханическая проката толстолистовой стали
20. Нормализующая прокатка листовой толстолистовой стали
21. Рекристаллизационный отжиг при производстве холоднокатаной листовой стали
22. Технология обработки на линии Stelmor бунтового проката из среднелегированных марок конструкционной стали
23. Технология разупрочняющей термической обработки катанки сварочного назначения
24. Термическое упрочнение рельсов
25. Термическая обработка в производстве цельнокатаных железнодорожных колес
26. Технология термообработки проволоки (отжига и патентирование)

7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		
УК-1.1	Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Примеры вопросов к зачету 1. Фазовые превращения (ФП) в твердом состоянии. Изменение свободной энергии при ФП в твердом состоянии. 2. Механизм и кинетика превращений. Нормальное и сдвиговое превращения. 3. Роль диффузии при ФП. Диффузионное и бездиффузионное ФП. 4. Классификация ФП по двум признакам. 5. Диаграммы состояния. Диаграмма Fe-C. Фазы и структуры в сплавах Fe-C 6. Превращение аустенита в феррит в сталях. Перлитное превращение. Бейнитное превращение 7. Мартенситное превращение, особенности, рельеф и морфология
УК-1.2	Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	Примеры вопросов к экзамену 1. Назначение, особенности и примеры использования нормализации 2. Назначение, особенности и примеры использования отпуска. 3. Назначение, особенности и примеры использования закалки. 4. Назначение, особенности и примеры использования гомогенизирующего отжига 5. Назначение, особенности и примеры использования рекристаллизационного отжига 6. Назначение, особенности и примеры использования полного отжига 7. Назначение, особенности и примеры использования неполного отжига 8. Назначение, особенности и примеры использования сфероидизирующего отжига
УК-1.3	Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
УК-5 - Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия		
УК-5.1	Ориентируется в межкультурных коммуникациях на основе анализа смысловых связей современной поликультуры и полиязычия	Примеры вопросов к зачету 1. Металлическое состояние вещества. Типы и характеристики кристаллических решеток металлов. 2. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Дефекты кристаллического строения 3. Понятие о дислокациях. Скольжение, переползание, поперечное скольжение дислокаций. Взаимодействие между дислокациями. Дислокационный механизм упрочнения. 4. Деформация скольжением, двойникованием, сферообразованием. Диаграммы деформации. Стадии деформационного упрочнения металлов 5. Наклёп и рекристаллизация. 6. Механические свойства металлов. Методы определения механических свойств 7. Чистые металлы, твердые растворы, промежуточные фазы 8. Диффузия в металлах и сплавах. Атомный механизм диффузии.
УК-5.2	Владеет навыками толерантного поведения при выполнении профессиональных задач	Примеры вопросов к зачету 1. Указать назначение и привести примеры режимов термической обработки горячекатаной листовой стали. 2. Используя данные о требованиях к свойствам проката или металлоизделий, объяснить принципы выбора режимов термической обработки. 3. Укажите и обоснуйте режимные параметры работы термических печей для термической обработки. 4. Используя данные о требованиях к свойствам проката или металлоизделий, обосновать режимы термической обработки. 5.
УК-6 - Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки		
УК-6.1	Определяет образовательные потребности и способы совершенствования собственной (в том числе	Примеры вопросов к экзамену 1. Традиционная технология нормализации горячекатаного листового проката 2. Традиционная технология закалки горячекатаного листового проката

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	профессиональной) деятельности на основе самооценки	3. Технология нормализации горячекатаного листового проката с прокатного нагрева
УК-6.2	Выбирает и реализует с использованием инструментов непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков	4. Технология заковки горячекатаного листового проката с прокатного нагрева 5. Высокотемпературная термомеханическая прокатка толстолистовой стали 6. Нормализующая прокатка листовой толстолистовой стали 7. Рекристаллизационный отжиг при производстве холоднокатаной листовой стали
УК-6.3	Выстраивает гибкую профессиональную траекторию с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития	8. Технология обработки на линии Stelmor бунтового проката из среднелегированных марок конструкционной стали 9. Технология разупрочняющей термической обработки катанки сварочного назначения 10. Термическое упрочнение рельсов 11. Термическая обработка в производстве цельнокатаных железнодорожных колес 12. Технология термообработки проволоки (отжига и патентирование)
ПК -12 - Способен обобщать результаты испытаний эксплуатационных свойств, а также тонких исследований структуры и химического состава изделий после технологических процессов термической обработки, интегрированных в комплексные системы и производственные линии		
ПК-12.1	Применяет пакеты прикладных программ статистического анализа для обобщения результатов испытания термического оборудования, интегрированного в комплексные системы и производственные линии	Примеры практических заданий 1. Используя данные о требованиях к свойствам проката или металлоизделий, объяснить принципы выбора режимов термической обработки. 2. Укажите и обоснуйте режимные параметры работы термических печей для термической обработки. 3. Используя данные о требованиях к свойствам проката или металлоизделий, обосновать режимы термической обработки.
ПК-12.2	Анализирует результаты термической обработки	4. Указать и обосновать особенности рекристаллизационного отжига плотномотанных рулонов холоднокатаной стали различного назначения.
ПК-12.3	Уточняет параметры процессов термической обработки, интегрированных в комплексные системы	5. Сравнить процессы отжига плотномотанных рулонов в различных защитных атмосферах. 6. Указать и обосновать особенности непрерывного отжига холоднокатаной стали различного назначения.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	и производственные линии, согласовывать и вносить изменения и дополнения в технологическую документацию	7. Выбрать способ и обосновать режим термической обработки сортового проката из углеродистой стали. 8. Выбрать способ и обосновать режим термической обработки сортового проката из низколегированной стали. 9. Выбрать способ и обосновать режим термической обработки сортового проката из легированной стали. 10. Выбрать способ и обосновать режим термической обработки сортового проката из рессорно-пружинных сталей. 11. Выбрать способ и обосновать режим термической обработки сортового проката для высокопрочного крепежа, изготавливаемого методом холодной объемной штамповки. 12. Указать и обосновать особенности технологии термической обработки сортового проката в бунтах на современных линиях Stelmor. 13. Указать и обосновать особенности технологии термической обработки в потоке производства стержневой и бунтовой арматуры. 14. Указать и обосновать особенности технологии и устройств для термоупрочнения-термоправки фасонного проката.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория строения материалов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений и проводится в форме зачета и двух экзаменов.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по вопросам, относящимся к лекционному материалу и практическим занятиям.

Показатели и критерии оценивания:

- на оценку «**зачтено**» – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку «**не зачтено**» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает теоретические и практические вопросы.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку «**отлично**» – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание

учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.