



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки (специальность)
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль/специализация) программы
Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	1, 2
Семестр	2, 3, 4

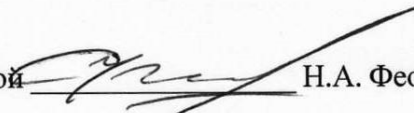
Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

12.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой

 Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель

 А.С. Савинов

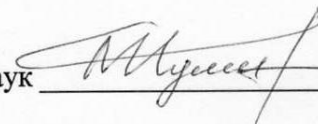
Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЛПИМ, д-р техн. наук

 А.Н. Завалицин

Рецензент:

профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук

 М.И. Румянцев

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью усвоения курса «Теория строения материалов» является подготовка бакалавра по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», профиль «Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)» в соответствие с Государственными требованиями к уровню подготовки выпускников, согласно которым выпускник должен быть способен выполнять следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская и расчетно-аналитическая; производственная и проектно-технологическая.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория строения материалов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Физика

Математика

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

Моделирование и оптимизация свойств материалов и технологических процессов

Материаловедение

Механические свойства материалов

Технология получения изделий в машиностроении

Теория термической обработки

Выбор материалов и технологий термообработки в машиностроении

Поверхностное упрочнение и модификация поверхностей

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория строения материалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-11	Способен проводить исследования для выявления причин брака материалов и изделий из них
ПК-11.1	Проведение выборочных тонких физических исследований изделий, изготовленных в сложных процессах термического производства, в целях выявления скрытых дефектов структуры

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц 432 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 258,75 акад. часов;
- аудиторная – 247 акад. часов;
- внеаудиторная – 11,75 акад. часов;
- самостоятельная работа – 101,85 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 71,4 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. Семестр 2.								
1.1 Тема 1. Историческая справка о развитии кристаллографии. Законы кристаллографии. Кристаллохимия и минералогия как наука, место кристаллографии и минералогии в системе наук о твердом теле. Особенности строения кристаллов. Понятие об основных свойствах и специфических особенностях кристаллов. Зарождение, рост и растворение кристаллов. Равновесная форма кристаллов. Методы выращивания кристаллов.	2	2			1	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
1.2 Тема 2. Понятие кристалла. Реальные и идеальные кристаллы. Элементарная ячейка. Трансляции. Выбор основных трансляций. Базис и кристаллическая структура. Плоскости и направления в решетке. Индексы Миллера. Определение индексов нормали к плоскости. Зоны. Правило зон. Особенности индцирования плоскостей и направлений в гексагональной решетке.		3		2/1И	1	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1

1.3 Тема 3. . Симметрия континуума и дисконтинуума. Определение симметрии. Элементы симметрии, оси, плоскости, центр инверсии. Ограничения, накладываемые на элементы симметрии в кристаллах. Возможные комбинации элементов поворотной симметрии. Точечные группы, разбиение их на системы (сингонии) и категории. Решетки Бравэ.		6		6/2И	2	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
1.4 Тема 4. Простейшие кристаллические структуры. Полиморфизм. Координационное число. Принцип плотнейших упаковок. Гексагональная плотная упаковка, гранецентрированная кубическая упаковка. Два типа пустот в плотнейших упаковках, их размеры и координация. Реализация упаковок в кристаллах. Сверхструктуры, их основные типы в ГЦК, ОЦК, ГП решетках		4		2	2,2	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
1.5 Тема 5. Классификация дефектов кристаллического строения. Точечные дефекты кристаллического строения металлов. Виды точечных дефектов. Термодинамика точечных дефектов. Искажение кристаллической решетки точечными дефектами. Энергия образования и миграции точечных дефектов. Подвижность дефектов. Рождение и сток точечных дефектов. Атомный механизм диффузии. Неравновесные точечные дефекты. Возникновение точечных дефектов при закалке, пластической деформации и облучения. Методы определения концентраций вакансий, энергии их образования и миграции.		6		4/1И	4,15	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1

1.6 Тема 6. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Понятие о дислокации. Вектор Бюргерса. Контур Бюргерса. Краевая дислокация. Винтовая дислокация. Скольжение и переползание краевой дислокации. Смешанные дислокации и их движение. Упругие свойства дислокации. Энергия дислокаций. Линейное натяжение. Силы, действующие на дислокацию. Упругое взаимодействие параллельных краевых и винтовых дислокаций. Дислокации в типичных металлических структурах. Деление дислокаций на полные и частичные. Энергетический критерий дислокационных реакций.		12		8/4И	4	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
---	--	----	--	------	---	--	--	----------------

1.7 Тема 7. Дефекты упаковки. Энергия дефектов упаковки. Характерные полные дислокации в ГЦК, ОЦК решетках. Расщепление дислокаций. Частичные дислокации Шокли. Дислокации Франка. Характерные дислокационные реакции. Поперечное скольжение и переползание расщепленных дислокаций. Вершинные дислокации. Образование дислокаций при кристаллизации расплавленного металла. Размножение дислокаций при пластической деформации. Источник Франка-Рида. Взаимодействие дислокаций с линейными и точечными дефектами. Методы наблюдения дислокаций и определения их плотности. Движение дислокаций. Торможение дислокаций. Пересечение дислокаций. Движение дислокаций с порогами. Взаимодействие дислокаций с примесными атомами: атмосферы Котрелла, Снука, Сузуки. Взаимодействие дислокаций с вакансиями и межузельными атомами. Силы Пайерлса. Барьеры Ломера-Котрелла. Торможение дислокаций границами зерен и субзерен, атмосферами примесей и легирующих элементов. Торможение дислокаций дисперсными частицами. Дислокационные комплексы. Дисклинации.		12		8/4,6И	4	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
1.8 Тема 8. Границы зерен. Границы наклона и кручения. Границы зерен и субзерен. Малоугловые границы. Высокоугловые границы. Специальные и произвольные границы. Зависимость энергии границ зерен от угла их разориентировки. Зернограницные дислокации и ступеньки. Механизм миграции границ. Двойники. Границы двойников.		6		4/1И	2	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1

Итого по разделу	51		34/13,6И	20,35			
Итого за семестр	51		34/13,6И	20,35		зачёт	
2. Семестр 3.							
2.1 Тема 1. Цель и задачи изучения дисциплины. Теория строения материалов как наука. Значение теории строения материалов для подготовки инженера - материало-веда. Типы связей в кристаллах. Классификация материалов. Металлическое состояние вещества. Классическая модель металла. Квантовые представления о металлическом состоянии вещества. Типичные структуры металлических кристаллов.	3	6		2	8	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа ПК-11.1
2.2 Тема 2. Термодинамика в материаловедении. Первый и второй законы термодинамики. Общие условия равновесия систем. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия. Равновесия в однокомпонентных системах. Равновесия в двухкомпонентных системах. Термодинамика фазовых переходов 1 и 2 рода. Фазовые диаграммы, типы диаграмм. Построение диаграмм фазового равновесия		12		4/2И	16	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа ПК-11.1
2.3 Тема 3. Кристаллизация жидких растворов. Изменение энергии при кристаллизации. Критический зародыш. Энергия образования критического зародыша. Размер критического зародыша. Кинетика кристаллизации. Скорость зарождения, скорость роста кристаллов. Гомогенное и гетерогенное зарождения. Механизм роста кристаллов, двухмерный зародыш. Кристаллизация эвтектических и других двухфазных сплавов. Дендритная кристаллизация. Ликвация. Зонная очистка.		8		6/2И	16	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа ПК-11.1

2.4 Тема 4. Твердые растворы замещения и внедрения. Пра-вила Юм-Розери для твердых растворов замещения. Упорядоченные твердые растворы. Процессы упорядо-чения. Определение степени порядка. Промежуточные соединения. Дальтонида и бертоллиды. Фазы Юм-Розери. Фазы Лавеса. σ – фазы. Фазы внедрения.		10		6/3,2И	10,2	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
Итого по разделу		36		18/7,2И	50,2			
Итого за семестр		36		18/7,2И	50,2		экзамен	
3. Семестр 4								
3.1 Тема 1. Диффузия в металлах и сплавах, законы диффу-зии. Атомный механизм диффузии Эффект Киркендалла. Факторы, влияющие на диффузию. Случайные пе-ремещения и коэффициент диффузии. Факторы, влияющие на диффузию. Объемная, граничная, по-верхностная диффузия. Расчет частоты перескоков. Из-менение концентрации в поверхности при диффузион-ном насыщении вторым компонентом. Реактивная диф-фузия. Расчет коэффициента диффузии и энергии акти-зации. Методы исследования диффузии. Металлогра-фический, химический, метод микрорентгеноспек-трального анализа. Оже спектроскопия. Автографиче-ский, спектральный анализ.	4	8		10/4,6И	7,3	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1

3.2 Тема 2. Фазовые превращения в твердом состоянии. Полиморфизм. Причины полиморфных превращений. Механизм и кинетика полиморфного превращения. Классификация фазовых превращений. Классическая теория зарождения и роста. Влияние формы зародыша на кинетику превращения. Массивные превращения. Когерентные и видманштеттовы превращения. Мартенситные превращения. Мартенситные фазы в сталях. Виды фаз, их строение и свойства. Полиморфизм в сталях. Диаграммы состояния двойных систем. Фазовые и структурные превращения в сплавах железо-углерод: характеристика компонентов и фаз системы Fe-C; диаграмма состояния Fe – Fe₃C кристаллизация и формирование структуры сталей и белых чугунов; Термодинамика и кинетика мартенситного превращения. Классификация превращений по типу перестройки решетки и по роли диффузии. Рельеф и морфология мартенсита. Обратное мартенситное превращение. Кинетика мартенситного превращения. 4		24		18/3И	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
3.3 Тема 3. Распад пересыщенных твердых растворов Старение и термодинамика старящихся систем. Концентрационная зависимость термодинамического потенциала. Спинодальный распад. Изменение концентрации при распаде. Низкотемпературный распад. Ячеистый или двухфазный распад. Деформационное старение.		8		8/3И	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1

3.4 Тема 4. Механизмы пластической деформации. Деформация скольжением. Системы скольжения. Приведенные касательные напряжения при скольжении в монокристаллах		4		4/2И	2	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
3.5 Тема 5. Деформация двойникованием. Кристаллография двойникования. Двойникование в ОЦК решетке. Двойникование в ГЦК кристаллах. Дислокационный механизм двойникования Деформация сборообразованием. Деформационное упрочнение. Дислокационный механизм упрочнения металлов		4		6/4И	3	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
3.6 Тема 6. Структурные уровни пластической деформации		2		4/1И	1	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям;	Устный опрос	ПК-11.1
3.7 Тема 7. Строение полимеров. Фазовые переходы в полимерах. Надмолекулярные структуры. Релаксационные процессы и явления. Виды физических состояний полимеров. Механизм старения полимеров. Теория пластификации. Фазовые равновесия в смесях полимеров. Неорганические стекла. Структура ситаллов. Структура керамических материалов. Композиционные материалы.		4		4/4И	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
Итого по разделу		54		54/21,6И	31,3			
Итого за семестр		54		54/21,6И	31,3		экзамен	
Итого по дисциплине		141		106/42, 4И	101,8 5		зачет, экзамен	

5 Образовательные технологии

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации. В процессе преподавания дисциплины «Теория строения материалов» 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 занятия, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении практические занятия 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. Адаскин, А.М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: Учебник / А.М. Адаскин, 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. Портной, В.К. Дефекты кристаллического строения металлов и методы их анализа : учебник / В.К. Портной, А.И. Новиков, И.С. Головин. — Москва : МИСИС, 2015. — 508 с. — ISBN 978-5-87623-856-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69739> (дата обращения: 19.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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. Мельниченко, А.С. Анализ данных в материаловедении. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Мельниченко. — Электрон. дан. — Москва: МИСИС, 2013. — 72 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/117168> — Загл. с экрана.

5. Ливанов, Д.В. Физика металлов [Текст] : учебник для вузов / Ливанов Д.В. МиСИС. 2006. с. 280

6. Чередниченко, В.С. Материаловедение[Текст]:учебное пособие / Чередниченко В.С. М.2006. 751 с.

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. Покачалов В.В. Описание элементарной ячейки кристаллической решетки. [Текст] Магнитогорск, МГМА, 1998.

3. Завалищин А.Н. Покачалов В.В. Стереографические проекции [Текст] Магнитогорск, МГМА, 2000.

4. Завалищин А.Н. Диффузия в металлах. [Текст] Магнитогорск, МГТУ, 2008.

5. 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 Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
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 «Теория строения материалов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

6.1 Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает подготовку к выполнению контрольных работ.

6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала к экзамену.

6.1.1 Перечень вопросов для подготовки к контрольным аудиторным работам, зачету и экзаменам

Вопросы к зачету по дисциплине

Кристаллическое строение металлов Кристаллическая решетка
Модель металлического состояния
Пространственная решетка
Термины Базис решетки
Элементарная ячейка
Число атомов на ячейку
Понятие базиса
Единичные векторы решетки
Параметр решетки. Трансляция в кристаллической решетке
Определение параметра ОЦК решетки, зная радиус атома R
Определение параметра ГЦК решетки, зная радиус атома R
Координационное число
Определение плотности упаковки для ОЦК решетки
Определение плотности упаковки ГЦК решеток.
Плотность упаковки
Базис кубических решеток
Плотнупакованные структуры
Символы узла, прямой, плоскости
Индекс плоскости правило определения индексов
Комплекс плоскостей и направлений
Дефекты кристаллического строения
Виды дефектов
Точечные дефекты
Межузлия в кубических решетках
Определение размера октоэдрического межузлия в ОЦК решетке.
Определение размера октоэдрического межузлия в ГЦК решетке.
Определение размера тетраэдрического межузлия в ОЦК решетке.
Определение размера тетраэдрического межузлия в ГЦК решетке.
Расчет количества вакансий
Равновесные и неравновесные вакансии.
Энергия образования вакансий
Источники и стоки вакансий
Движение вакансий
Модель Френкеля
Линейные дефекты
Краевая дислокация

Винтовая дислокация
Движение дислокаций
Пластическая деформация и движение дислокаций
Образование и размножение дислокаций
Упрочнение металлов
Облака Катрелла, сила Пайерса-Набарро
Дисперсные частицы и упрочнение металлов.
Влияние границ зерен на упрочнение металлов.
Дислокационный механизм образования трещины
Поверхностные дефекты

Вопросы к экзамену 1 по дисциплине

1. Металлическое состояние вещества.
2. Электронная теория металлов.
3. Классическая и квантовая модель свободных электронов
4. Типы связей в кристаллах.
5. Классическая модель металла.
6. Квантовые представления о металлическом состоянии вещества.
7. Типичные структуры металлических кристаллов.
8. Определить параметр решетки ОЦК.
9. Определить параметр решетки ГЦК.
10. Плотность упаковки ОЦК и ГЦК решеток
11. Нарисовать кристаллические решетки металлов.
12. Термодинамика в материаловедении.
13. Первый и второй законы термодинамики.
14. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия.
15. Вывести правило Гиббса.
16. Равновесия в однокомпонентных системах.
17. Равновесия в двухкомпонентных системах.
18. Термодинамика фазовых переходов 1 и 2 рода.
19. Фазовые диаграммы, типы диаграмм.
20. Изобразить диаграммы с полной растворимостью.
21. Изобразить диаграммы с полной нерастворимостью.
22. Изобразить диаграммы с неполной растворимостью.
23. Кристаллизация жидких растворов.
24. Изменение энергии при кристаллизации.
25. Критический зародыш. Энергия образования критического зародыша.
26. Размер критического зародыша.
27. Рассчитать размер критического зародыша.
28. Скорость зарождения, скорость роста кристаллов.
29. Рассчитать скорость зарождения.
30. Рассчитать скорость роста кристаллов.
31. Гомогенное и гетерогенное зарождения.
32. Механизм роста кристаллов, двухмерный зародыш.
33. Кристаллизация эвтектических и других двухфазных сплавов.
34. Дендритная кристаллизация.
35. Ликвация. Зонная очистка.
36. Упорядоченные твердые растворы. Процессы упорядочения.
37. Определение степени порядка.
38. Промежуточные соединения.
39. Фазы Юм-Розери, фазы Лавеса.

40. Рассчитать электронную концентрацию фаз
41. Диффузия в металлах и сплавах. 1 и 2 законы Фика.
42. Атомный механизм диффузии.
43. Движение атомов и коэффициент диффузии.
44. Расчет частоты перескоков для междоузельного механизма.
45. Расчет частоты перескоков для вакансионного механизма
46. Факторы, влияющие на диффузию.
47. Реактивная диффузия.
48. Эффект Киркендалла.
49. Методы исследования диффузии.
50. Металлографический, химический, метод микрорентгеноспектрального анализа.
51. Ожеспектроскопия. Автографический, спектральный анализ.
52. Определения коэффициента диффузии и энергии активации.

Вопросы к экзамену 2 по дисциплине

53. Фазовые превращения в твёрдом состоянии. Классификация фазовых превращений.
54. Классическая теория зарождения и роста.
55. Обосновать формулу свободной энергии для фазового превращени
56. Влияние формы зародыша на кинетику превращения.
57. Изменение кристаллической структуры металла при нагреве.
58. Классификация превращений по типу перестройки решетки и по роли диффузии.
59. Массивные превращения.
60. Когерентные и видманштеттовые превращения.
61. Мартенситные превращения. Мартенситные фазы в сталях.
62. Рельеф и морфология мартенсита.
63. Обратное мартенситное превращение.
64. Кинетика мартенситного превращения.
65. Старение и термодинамика старящихся систем.
66. Концентрационная зависимость термодинамического потенциала.
67. построить
68. Спинодальный распад.
69. Изменение концентрации при распаде.
70. Низкотемпературный распад.
71. Ячеистый или двухфазный распад.
72. Деформационное старение.
73. Строение полимеров. Фазовые переходы в полимерах.
74. Механизм старения полимеров.
75. Неорганические стекла. Структура ситаллов.
76. Керамические материалы. Структура керамических материалов
77. Композиционные материалы

6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала по темам дисциплины

1. Электронная теория металлов.
2. Типы связей в кристаллах.
3. Классическая модель металла.
4. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия.
5. Равновесия в однокомпонентных системах.
6. Равновесия в двухкомпонентных системах.

7. Фазовые диаграммы, типы диаграмм.
8. Кристаллизация жидких растворов.
9. Размер критического зародыша.
10. Гомогенное и гетерогенное зарождения.
11. Дендритная кристаллизация.
12. Ликвация. Зонная очистка.
13. Упорядоченные твердые растворы. Процессы упорядочения.
14. Промежуточные соединения.
15. Диффузия в металлах и сплавах. 1 и 2 законы Фика.
16. Атомный механизм диффузии.
17. Движение атомов и коэффициент диффузии.
18. Факторы, влияющие на диффузию.
19. Реактивная диффузия.
20. Эффект Киркендалла.
21. Фазовые превращения в твёрдом состоянии. Классификация фазовых превращений.
22. Классическая теория зарождения и роста.
23. Массивные превращения.
24. Когерентные и видманштеттовы превращения.
25. Мартенситные превращения. Мартенситные фазы в сталях.
26. Кинетика мартенситного превращения.
27. Старение и термодинамика старящихся систем.
28. Изменение концентрации при распаде.
29. Низкотемпературный распад.
30. Ячеистый или двухфазный распад.
31. Деформационное старение.
32. Строение полимеров. Фазовые переходы в полимерах.
33. Механизм старения полимеров.
34. Неорганические стекла. Структура ситаллов.
35. Керамические материалы. Структура керамических материалов
36. Композиционные материалы

Приложение 2.

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
ПК-11: Способен проводить исследования для выявления причин брака материалов и изделий из них		
ПК-11.1	Проведение выборочных тонких физических исследований изделий, изготовленных в сложных процессах термического производства, в	Перечень теоретических вопросов к зачету Кристаллическое строение металлов Кристаллическая решетка Модель металлического состояния Пространственная решетка Термины Базис решетки Элементарная ячейка Число атомов на ячейку Понятие базиса Единичные векторы решетки Параметр решетки. Трансляция в кристаллической решетке Определение параметра ОЦК решетки, зная радиус атома R

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	целях выявления скрытых дефектов структуры;	Определение параметра ГЦК решетки, зная радиус атома R Координационное число Определение плотности упаковки для ОЦК решетки Определение плотности упаковки ГЦК решеток. Плотность упаковки Базис кубических решеток Плотнупакованные структуры Символы узла, прямой, плоскости Индекс плоскости правило определения индексов Комплекс плоскостей и направлений Дефекты кристаллического строения Виды дефектов Точечные дефекты Межузлия в кубических решетках Определение размера октоэдрического межузлия в ОЦК решетке. Определение размера октоэдрического межузлия в ГЦК решетке. Определение размера тетраэдрического межузлия в ОЦК решетке. Определение размера тетраэдрического межузлия в ГЦК решетке. Расчет количества вакансий Равновесные и неравновесные вакансии. Энергия образования вакансий Источники и стоки вакансий Движение вакансий Модель Френкеля Линейные дефекты Краевая дислокация Винтовая дислокация Движение дислокаций Пластическая деформация и движение дислокаций Образование и размножение дислокаций Упрочнение металлов Облака Катрелла, сила Пайерса-Набарро Дисперсные частицы и упрочнение металлов. Влияние границ зерен на упрочнение металлов. Дислокационный механизм образования трещины Поверенные дефекты Перечень теоретических вопросов к экзаменам: 1.Металлическое состояние вещества. Электронная теория металлов. Классическая и квантовая модель свободных электронов. Типы связей в кристаллах. 2.Классическая модель металла. Квантовые представления о металлическом состоянии вещества. Типичные структуры металлических кристаллов. Термодинамика в материаловедении. Первый и второй законы термодинамики. Общие условия равновесия систем. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия. Равновесия в однокомпонентных системах. Равновесия в двухкомпонентных системах. 3.Термодинамика фазовых переходов 1 и 2 рода. Фазовые диаграммы, типы диаграмм. Кристаллизация жидких растворов. Изменение энергии при кристаллизации. Критический зародыш. Энергия образования критического зародыша. Размер критического зародыша. Скорость зарождения, скорость роста кристаллов. Гомогенное и гетерогенное зарождения. Механизм роста кристаллов, двухмерный зародыш. Кристаллизация эвтектических и других двухфазных сплавов. Дендритная кристаллизация. Ликвация. Зонная очистка. Упорядоченные твердые растворы. Процессы упорядочения.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Определение степени порядка. Промежуточные соединения. Фазы Юм-Розери, фазы Лавеса. Диффузия в металлах и сплавах. 1 и 2 законы Фика. Атомный механизм диффузии. Движение атомов и коэффициент диффузии. Расчет частоты перескоков для междоузельного механизма. Расчет частоты перескоков для вакансионного механизма. Факторы, влияющие на диффузию. Реактивная диффузия. Эффект Киркендалла. Методы исследования диффузии. Металлографический, химический, метод микрорентгеноспектрального анализа. Ожеспектроскопия. Автографический, спектральный анализ. Определения коэффициента диффузии и энергии активации. Фазовые превращения в твёрдом состоянии. Классификация фазовых превращений. Классическая теория зарождения и роста. Влияние формы зародыша на кинетику превращения. Изменение кристаллической структуры металла при нагреве. Классификация превращений по типу перестройки решетки и по роли диффузии. Массивные превращения. Когерентные и видманштеттовы превращения. Мартенситные превращения. Мартенситные фазы в сталях. Рельеф и морфология мартенсита. Обратное мартенситное превращение. Кинетика мартенситного превращения. Старение и термодинамика старящихся систем. Концентрационная зависимость термодинамического потенциала. Спинодальный распад. Изменение концентрации при распаде. Низкотемпературный распад. Ячеистый или двухфазный распад. Деформационное старение. Строение полимеров. Фазовые переходы в полимерах. Механизм старения полимеров. Неорганические стекла. Структура ситаллов. Керамические материалы. Структура керамических материалов. Композиционные материалы Перечень практических заданий к экзаменам Определение параметра ОЦК решетки, зная радиус атома R Определение параметра ГЦК решетки, зная радиус атома R Координационное число Определение плотности упаковки для ОЦК решетки Определение плотности упаковки ГЦК решеток. Определение размера октоэдрического межузлия в ОЦК решетке. Определение размера октоэдрического межузлия в ГЦК решетке. Определение размера тетраэдрического межузлия в ОЦК решетке. Определение размера тетраэдрического межузлия в ГЦК решетке. Расчет количества вакансий Расчет размера критического зародыша при кристаллизации Частота перескоков для вакансионного механизма. Частота перескоков для межузельного механизма. Движение атомов и коэффициент диффузии Первый закон термодинамики Второй закон термодинамики Правило фаз Гиббса Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,4% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,45% 1. Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,5% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,01% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,02% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,9% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 1,2% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,95% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 1% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,35% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,1% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,24%

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,24% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,3% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,3%

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.