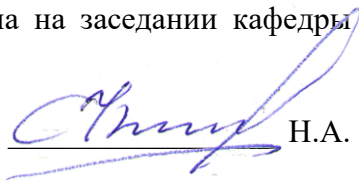


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

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

22.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой



Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

05.02.2026 г. протокол № 5

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры кафедры ЛПИМ, д-р техн. наук



В.П. Чернов

Рецензент:

доцент кафедры ПЭиБЖД, канд. техн. наук



А.Ю. Перятинский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 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 2028 - 2029 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 2029 - 2030 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 2030 - 2031 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 2031 - 2032 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 соответствии 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 расплавов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Производство отливок из неметаллических материалов

Основы теории синтеза литейных сплавов

Основы литейного производства

Структурообразование в отливках

Проектирование ювелирно-литейного производства

Технология изготовления художественно-промышленных литых изделий

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен контролировать выполнение технологических процессов и принимать решения по устранению причин их нарушений
ПК-2.1	Обладает теоретическими знаниями основ и практическими навыками производства литых изделий из различных материалов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 8,4 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 95,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. час

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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. Раздел 1								
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.	4				1	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1
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	4				1	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1

в гексагональной решетке.								
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.	4				2	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1
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					2,2	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1
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.		2		6	8,15	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1
1.6 Тема 6. Теоретическая				4	Проработка	Устный опрос	ПК-2.1	

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.						лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Контрольная работа	
1.7 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. Зернограничные дислокации и ступеньки. Механизм миграции границ. Двойники. Границы двойников.	4				2	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1
Итого по разделу	2			6	20,35			
2. Раздел 2								
2.1 Тема 1. Цель и задачи изучения дисциплины. Теория строения материалов как наука. Значение теории строения материалов для подготовки инженера - материаловеда. Типы связей в кристаллах. Классификация материалов. Металлическое состояние вещества. Классическая модель металла. Квантовые представления о металлическом состоянии вещества. Типичные структуры металлических	4				8	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1

кристаллов.								
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	4				16	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1
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. Го-могенное и гетерогенное зарождения. Механизм роста кристаллов, двумерный зародыш. Кристаллизация эвтектических и других двухфазных сплавов. Дендритная кристаллизация. Ликвация. Зонная очистка.					16	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1
2.4 Тема 4. Твердые растворы замещения и внедрения. Правила Юм-Розери для твердых растворов замещения. Упорядоченные твердые растворы. Процессы упорядочения. Определение степени порядка. Промежуточные соединения. Дальтониды и бертоллиды. Фазы Юм-Розери. Фазы Лавеса. σ – фазы. Фазы внедрения.					10,2	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1
Итого по разделу				50,2				
3. Раздел 3								
3.1 Тема 1. Диффузия в металлах и сплавах,	4				1,15	Проработка лекционного	Устный опрос Контрольная	ПК-2.1

<p>законы диффузии. Атомный механизм диффузии Киркендалла. Факторы, влияющие на диффузию. Случайные перемещения и коэффициент диффузии. Факторы, влияющие на диффузию. Объемная, граничная, поверхностная диффузия. Расчет частоты перескоков. Изменение концентрации в поверхности при диффузионном насыщении вторым компонентом. Реактивная диффузия. Расчет коэффициента диффузии и энергии активации. Методы исследования диффузии. Металлографический, химический, метод микрорентгеноспектрального анализа. Оже спектроскопия. Автографический, спектральный анализ.</p>					<p>материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе</p>	<p>работа</p>	
<p>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 видманштеттовые 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</p>	<p>4</p>			<p>6</p>	<p>Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа</p>	<p>ПК-2.1</p>

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								
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.	4				6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1
3.4 Тема 4. Механизмы пластической деформации. Деформация скольжением. Системы скольжения. Приведенные касательные напряжения при скольжении в монокристаллах					2	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1
3.5 Тема 5. Деформация двойникованием. Кристаллография двойникования. Двойникование в ОЦК решетке. Двойникование в ГЦК кристаллах. Дислокационный механизм двойникования Деформация сбросообразованием. Деформационное упрочнение. Дислокационный механизм упрочнения металлов					3	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-2.1
3.6 Тема 6. Структурные уровни пластической деформации					1	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям;	Устный опрос	ПК-2.1
3.7 Тема 7. Строение полимеров. Фазовые					6	Проработка лекционного	Устный опрос Контрольная	ПК-2.1

<p>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.</p>					<p>материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе</p>	<p>работа</p>	
Итого по разделу				25,15			
Итого за семестр	2		6	95,7		зачёт	
Итого по дисциплине	2		6	95,7		зачет	

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. 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 // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115294>. — 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 // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117128>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Земсков, Ю. П. Материаловедение / Ю. П. Земсков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 188 с. — ISBN 978-5-507-48829-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/364784>. — 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 // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69739>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. М38 Физическое материаловедение: конспект лекций / Ю. К. Машков, О. В. Малий. - Омск : Изд-во ОмГТУ, 2012. 196 с.: ил. ISBN 978-5-8149-1375-3.

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 об-щей редакцией Мамаевой Е.И. Том II-III. 2010. 568 с.

3. Филичкина, В. А. Методы и средства аналитического контроля материалов : химические и физико-химические методы аналитического контроля : учебное пособие / В. А. Филичкина, О. Л. Скорская, И. В. Муравьева. — Москва : МИСИС, 2015. — 107 с. — ISBN 978-5-87623-967-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93647>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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 кристаллическо-го 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 Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое ПО	бессрочно

FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
-------------	------------------------------	-----------

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС»	https://eivis.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

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 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.
4. 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.
5. 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

Вопросы к дистанционному зачету (тестированию) по дисциплине

1. Кристаллическое строение металлов Кристаллическая решетка
2. Модель металлического состояния
3. Пространственная решетка
4. Термины Базис решетки
5. Элементарная ячейка
6. Число атомов на ячейку
7. Понятие базиса
8. Единичные векторы решетки
9. Параметр решетки. Трансляция в кристаллической решетке
10. Определение параметра ОЦК решетки, зная радиус атома R
11. Определение параметра ГЦК решетки, зная радиус атома R
12. Координационное число
13. Определение плотности упаковки для ОЦК решетки
14. Определение плотности упаковки ГЦК решеток.
15. Плотность упаковки
16. Базис кубических решеток
17. Плотнупакованные структуры
18. Символы узла, прямой, плоскости
19. Индекс плоскости правило определения индексов
20. Комплекс плоскостей и направлений
21. Дефекты кристаллического строения
22. Виды дефектов
23. Точечные дефекты
24. Межузлия в кубических решетках
25. Определение размера октоэдрического межузлия в ОЦК решетке.
26. Определение размера октоэдрического межузлия в ГЦК решетке.
27. Определение размера тетраэдрического межузлия в ОЦК решетке.
28. Определение размера тетраэдрического межузлия в ГЦК решетке.
29. Расчет количества вакансий
30. Равновесные и неравновесные вакансии.
31. Энергия образования вакансий
32. Источники и стоки вакансий
33. Движение вакансий
34. Модель Френкеля
35. Линейные дефекты
36. Краевая дислокация
37. Винтовая дислокация
38. Движение дислокаций
39. Пластическая деформация и движение дислокаций

40. Образование и размножение дислокаций
41. Упрочнение металлов
42. Облака Катрелла, сила Пайерса-Набарро
43. Дисперсные частицы и упрочнение металлов.
44. Влияние границ зерен на упрочнение металлов.
45. Дислокационный механизм образования трещины
46. Поверхностные дефекты
47. Металлическое состояние вещества.
48. Электронная теория металлов.
49. Классическая и квантовая модель свободных электронов
50. Типы связей в кристаллах.
51. Классическая модель металла.
52. Квантовые представления о металлическом состоянии вещества.
53. Типичные структуры металлических кристаллов.
54. Определить параметр решетки ОЦК.
55. Определить параметр решетки ГЦК.
56. Плотность упаковки ОЦК и ГЦК решеток
57. Нарисовать кристаллические решетки металлов.
58. Термодинамика в материаловедении.
59. Первый и второй законы термодинамики.
60. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия.
61. Вывести правило Гиббса.
62. Равновесия в однокомпонентных системах.
63. Равновесия в двухкомпонентных системах.
64. Термодинамика фазовых переходов 1 и 2 рода.
65. Фазовые диаграммы, типы диаграмм.
66. Изобразить диаграммы с полной растворимостью.
67. Изобразить диаграммы с полной нерастворимостью.
68. Изобразить диаграммы с неполной растворимостью.
69. Кристаллизация жидких растворов.
70. Изменение энергии при кристаллизации.
71. Критический зародыш. Энергия образования критического зародыша.
72. Размер критического зародыша.
73. Рассчитать размер критического зародыша.
74. Скорость зарождения, скорость роста кристаллов.
75. Рассчитать скорость зарождения.
76. Рассчитать скорость роста кристаллов.
77. Гомогенное и гетерогенное зарождения.
78. Механизм роста кристаллов, двухмерный зародыш.
79. Кристаллизация эвтектических и других двухфазных сплавов.
80. Дендритная кристаллизация.
81. Ликвация. Зонная очистка.
82. Упорядоченные твердые растворы. Процессы упорядочения.
83. Определение степени порядка.
84. Промежуточные соединения.
85. Фазы Юм-Розери, фазы Лавеса.
86. Рассчитать электронную концентрацию фаз
87. Диффузия в металлах и сплавах. 1 и 2 законы Фика.
88. Атомный механизм диффузии.
89. Движение атомов и коэффициент диффузии.
90. Расчет частоты перескоков для междоузельного механизма.
91. Расчет частоты перескоков для вакансионного механизма
92. Факторы, влияющие на диффузию.
93. Реактивная диффузия.

94. Эффект Киркендалла.
95. Методы исследования диффузии.
96. Металлографический, химический, метод микрорентгеноспектрального анализа.
97. Ожеспектроскопия. Автографический, спектральный анализ.
98. Определения коэффициента диффузии и энергии активации.
99. Фазовые превращения в твёрдом состоянии. Классификация фазовых превращений.
100. Классическая теория зарождения и роста.
101. Обосновать формулу свободной энергии для фазового превращения.
102. Влияние формы зародыша на кинетику превращения.
103. Изменение кристаллической структуры металла при нагреве.
104. Классификация превращений по типу перестройки решетки и по роли диффузии.
105. Массивные превращения.
106. Когерентные и видманштеттовы превращения.
107. Мартенситные превращения. Мартенситные фазы в сталях.
108. Рельеф и морфология мартенсита.
109. Обратное мартенситное превращение.
110. Кинетика мартенситного превращения.
111. Старение и термодинамика старящихся систем.
112. Концентрационная зависимость термодинамического потенциала.
113. построить
114. Спинодальный распад.
115. Изменение концентрации при распаде.
116. Низкотемпературный распад.
117. Ячеистый или двухфазный распад.
118. Деформационное старение.
119. Стрoение полимеров. Фазовые переходы в полимерах.
120. Механизм старения полимеров.
121. Неорганические стекла. Структура ситаллов.
122. Керамические материалы. Структура керамических материалов
123. 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

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 целях выявления скрытых дефектов структуры;	<p>Перечень теоретических вопросов к устному зачету</p> <p>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</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p> 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 устному зачету: Металлическое состояние вещества. Электронная теория металлов. Классическая и квантовая модель свободных электронов. Типы связей в кристаллах. 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. </p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Фазовые равновесия. Равновесия в однокомпонентных системах. Равновесия в двухкомпонентных системах.</p> <p>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. 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 видманштеттовые 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.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Деформационное старение. Строение полимеров. Фазовые переходы в полимерах. Механизм старения полимеров. Неорганические стекла. Структура ситаллов. Керамические материалы. Структура керамических материалов.</p> <p>Композиционные материалы</p> <p>Перечень практических заданий к зачету</p> <p>Определение параметра ОЦК решетки, зная радиус атома R</p> <p>Определение параметра ГЦК решетки, зная радиус атома R</p> <p>Координационное число</p> <p>Определение плотности упаковки для ОЦК решетки</p> <p>Определение плотности упаковки ГЦК решеток.</p> <p>Определение размера октоэдрического межузлия в ОЦК решетке.</p> <p>Определение размера октоэдрического межузлия в ГЦК решетке.</p> <p>Определение размера тетраэдрического межузлия в ОЦК решетке.</p> <p>Определение размера тетраэдрического межузлия в ГЦК решетке.</p> <p>Расчет количества вакансий</p> <p>Расчет размера критического зародыша при кристаллизации</p> <p>Частота перескоков для вакансионного механизма.</p> <p>Частота перескоков для межузельного механизма.</p> <p>Движение атомов и коэффициент диффузии D</p> <p>Первый закон термодинамики</p> <p>Второй закон термодинамики</p> <p>Правило фаз Гиббса</p> <p>Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,4%</p> <p>Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,45% 1.</p> <p>Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,5%</p> <p>Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,01%</p> <p>Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,02%</p> <p>Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,9%</p> <p>Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 1,2%</p> <p>Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,95%</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		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% 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 расплавов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Зачет по данной дисциплине может проводиться в устной форме по вопросам либо в виде тестов, на усмотрение преподавателя.

Форма проведения зачета (устная либо в виде тестирования) должна быть одинаковой для всех обучающихся в группе.

В случае спорной ситуации между обучающимся и преподавателем, принимающим промежуточную аттестацию, заведующий кафедрой может по заявлению обучающегося назначить комиссионную сдачу зачета или экзамена по тестированию, утвержденному заседанием кафедры.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения) при сдаче зачета:

– на оценку «**зачтено**» – обучающийся должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «**не зачтено**» – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Показатели и критерии оценивания зачета в виде теста:

При проведении аттестации преподаватели руководствуются следующими критериями оценивания знаний студента:

Оценка знаний студентов производится с учетом выполнения им требований программы курса.

Могут учитываться активная работа студента на занятиях, качество выполнения контрольной работы, индивидуальные особенности студентов оцениваются всесторонне, однако ведущим элементом является степень усвоения им учебной программы. Основным критерием оценки по освоению дисциплины является выполнение тестовых заданий.

– «**зачтено**» - выставляется студентам, умеющим раскрывать содержание предмета, показавшим результат при решении тестов более чем на 60% правильных ответов.

– «**незачтено**»- если он не усвоил хотя бы отдельных существенных вопросов учебной программы. Не выполнил тестовые задания.

По решению преподавателя, ведущего практические занятия, отдельные, наиболее активные, успевающие студенты могут быть освобождены от сдачи зачета с учетом оценок, полученных ими на занятиях в течение семестра, т.е. оценки за итоговый контроль знаний им будут выставлены автоматически.