



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

«05» 02.2026 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

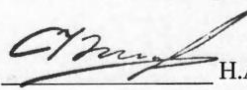
Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	1, 2
Семестр	2, 3, 4

Магнитогорск
2026 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

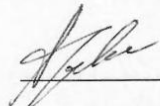
22. 01. 2026 г. протокол № 4

Зав. кафедрой  Н.А. Феокистов

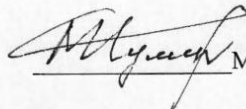
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ «05» 02.2026 г. протокол №.5

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 2025 - 2026 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 2026 - 2027 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 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

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 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 – 276,75 акад. часов;
- аудиторная – 265 акад. часов;
- внеаудиторная – 11,75 акад. часов;
- самостоятельная работа – 83,85 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 индирования плоскостей и направлений в гексагональной решетке.	2	3		2	1	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1

<p>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.</p>	6	6	2	<p>Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа</p>	ПК-11.1
<p>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</p>	4	2	2,2	<p>Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа</p>	ПК-11.1
<p>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.</p>	6	4	4,15	<p>Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа</p>	ПК-11.1

<p>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.</p>		12		8	4	<p>Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа</p>	ПК-11.1
---	--	----	--	---	---	--	--	---------

<p>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.</p>		12		8	4	<p>Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа</p>	ПК-11.1
<p>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 ориентировки. Зернограничные дислокации и ступеньки. Механизм миграции границ. Двойники. Границы двойников.</p>		6		4	2	<p>Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа</p>	ПК-11.1
<p>Итого по разделу</p>		51		34	20,35			

Итого за семестр	51		34	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 - материаловеда. Типы связей в кристаллах. Классификация материалов. Металлическое состояние вещества. Классическая модель металла. Квантовые представления о металлическом состоянии вещества. Типичные структуры металлических кристаллов.	3	6		4	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		8	8,2	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, двумерный зародыш. Кристаллизация эвтектических и других двухфазных сплавов. Дендритная кристаллизация. Ликвация. Зонная очистка.		8		12	8	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. Правила Юм-Розери для твердых растворов замещения. Упорядоченные твердые растворы. Процессы упорядочения. Определение степени порядка. Промежуточные соединения. Дальтонида и бертоллиды. Фазы Юм-Розери. Фазы Лавеса. σ – фазы. Фазы внедрения.		10		12	8	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
Итого по разделу		36		36	32,2			
Итого за семестр		36		36	32,2		экзамен	
3. Семестр 4								
3.1 Тема 1. Диффузия в металлах и сплавах, законы диффузии. Атомный механизм диффузии Эффект 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.	4	8		10	7,3	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1

<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 видманштеттовские 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</p>		24		18	6	<p>Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа</p>	ПК-11.1
<p>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.</p>		8		8	6	<p>Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа</p>	ПК-11.1

3.4 Тема 4. Механизмы пластической деформации. Деформация скольжением. Системы скольжения. Приведенные касательные напряжения при скольжении в монокристаллах	4		4	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 сферообразованием. Деформационное упрочнение. Дислокационный механизм упрочнения металлов	4		6	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	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	6	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-11.1
Итого по разделу	54		54	31,3			
Итого за семестр	54		54	31,3		экзамен	
Итого по дисциплине	141		124	83,85		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. Константинова, М. В. Основы материаловедения : учебное пособие / М. В. Константинова, Е. А. Гусева. — Иркутск : ИРНИТУ, 2019. — 130 с. — ISBN 978-5-8038-1431-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217379> (дата обращения: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Адашкин, А. М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учебник : в 2 книгах. Книга 1. Строение материалов и технология их производства / А.М. Адашкин, А.Н. Красновский, Т.В. Тарасова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 250 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1143245. - ISBN 978-5-16-016429-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2183984> (дата обращения: 20.01.2026). – Режим доступа: по подписке.

3. Адашкин, А. М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учебник : в 2 книгах. Книга 2. Технология изготовления заготовок и деталей / А.М. Адашкин, А.Н. Красновский, Т.В. Тарасова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 241 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1143897. - ISBN 978-5-16-019533-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2183982> (дата обращения: 20.01.2026). – Режим доступа: по подписке.

3. Столяров, В. Л. Фазовые превращения и структурообразование : учебник / В. Л. Столяров, Е. С. Малютин, 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> (дата обращения: 20.01.2026). — 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> (дата обращения: 20.01.2026). — 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: 20.01.2026). — 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: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Панова, Т. В. Физическое материаловедение : учебное пособие / Т. В. Панова. — Омск : ОмГУ, 2019. — 28 с. — ISBN 978-5-7779-2385-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119815> (дата обращения: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Физико-механические свойства. Испытания металлических материалов / Л. В. Агамиров, М. А. Алимов, Л. П. Бабичев, М. Б. Бакиров. — Москва : Машиностроение, [б. г.]. — Том II-1 — 2010. — 852 с. — ISBN 978-5-217-03469-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/789> (дата обращения: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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> (дата обращения: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Мельниченко, А. С. Анализ данных в материаловедении : учебное пособие / А. С. Мельниченко. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 — 2013. — 72 с. — ISBN 978-5-87623-666-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117168> (дата обращения: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Ливанов, Д. В. Физика металлов : учебник / Д. В. Ливанов. — Москва : МИСИС, 2006. — 280 с. — ISBN 5-87623-168-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1827> (дата обращения: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
----------------	--------

Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Приложение 1.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Теория строения материалов» предусмотрено выполнение расчетно-графических (практических) и аудиторных самостоятельных работ обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Методические указания по подготовке к тестированию.

Успешное выполнение тестовых заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки в соответствии с рейтинговой системой обучения. Выполнение тестовых заданий предоставляет студентам возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения тестовых заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Предлагаемые тестовые задания охватывают узловые вопросы теоретических и практических основ по дисциплине. Для формирования заданий использована закрытая форма. У студента есть возможность выбора правильного ответа или нескольких правильных ответов из числа предложенных вариантов. Для выполнения тестовых заданий студенты должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы учебников, учебных пособий и других литературных источников. Контрольные тестовые задания выполняются студентами на практических занятиях. Репетиционные тестовые задания содержатся в рабочей учебной программе дисциплины. С ними целесообразно ознакомиться при подготовке к тестированию.

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
Плотноупакованные 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 превращения
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 видманштеттовы 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.
22. Классификация фазовых превращений.
23. Классическая теория зарождения и роста.
24. Массивные превращения.
25. Когерентные и видманштеттовы превращения.
26. Мартенситные превращения. Мартенситные фазы в сталях.
27. Кинетика мартенситного превращения.

28. Старение и термодинамика старящихся систем.
29. Изменение концентрации при распаде.
30. Низкотемпературный распад.
31. Ячеистый или двухфазный распад.
32. Деформационное старение.
33. Строение полимеров. Фазовые переходы в полимерах.
34. Механизм старения полимеров.
35. Неорганические стекла. Структура ситаллов.
36. Керамические материалы. Структура керамических материалов
37. Композиционные материалы

Пример теста

№	дата	Тема/ Раздел.	Часы Лекц/пр акт	Задание	Литература
1	3.09.	1/1	2/2	Ван-дер-Ваальсова связь. Ионная связь. Ковалентная связь. Ионная связь / Описать и изобразить на рисунке.	А - Б.С Кушнер. Материаловедение. Стр.11-16. Б - Материаловедение. Томск. Стр.4-8.
2	10.09.	1/1	/2	Зависимость энергии взаимодействия пары атомов от расстояния между ними.	
3	17.09.	1/2	2/2	Записать названия и химическое обозначение металлов согласно их положению в группе таблицы Д.И. Менделеева / Нарисовать возможные кристаллические решетки металлов.	Общедоступная литература библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова, интернет. С - Я.С. Уманский. Физика металлов. Стр. 24-32
4	24.09.	2/1	2/2	Дать определение понятиям: Значение термодинамики в материаловедении, первый и второй законы термодинамики / Записать формулы и описать понятия: Свободная энергия. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Энтальпия. Энтропия.	Д - Р.У. Кан. Физическое материаловедение. Стр. 5-7. Е - Б.А. Калинин. Физической материаловедение. Стр. 15 – 36.
5	1.10.	2/2	2/2	Вывести правило фаз Гиббса. /	Р.У. Кан. Физическое материаловедение. Стр. 34-37
6	8.10.	2/3	2/2	Дать определение понятий: Фазовые равновесия. Равновесия в однокомпонентных системах. Равновесия в двухкомпонентных системах. Термодинамика фазовых переходов 1 и 2 рода.	Б.А. Калинин. Физической материаловедение. Стр. 74 - 84
7	15.10.	2/4	2/2	Дать определение фазовым диаграммам. Изобразить и описать основные типы диаграмм.	Р.У. Кан. Физическое материаловедение. Стр. 29-31, Стр. 50-59, Стр. 61-62, Материаловедение. Томск. Стр. 51 - 69
8	22.10.	2/4	0/4	Описать процессы, протекаю-	Рукопись конспекта лекций.

				щие при изменении температуры, На диаграммах, изображенных в задании 1.	Стр. 1 – 12.
9	29.10.	3/1	2/2	В чем разница между жидким и твердым состояниями. Изменение свободной энергии при кристаллизации. Стадии перехода жидкого состояния в твердое. Составляющие энергии при кристаллизации. Понятие критический зародыш. Энергия образования критического зародыша. Размер критического зародыша. / Рассчитать размер критического зародыша. Рассчитать энергию критического зародыша. Рассчитать влияние переохлаждения на скорость зарождения центров кристаллизации.	Рукопись конспекта лекций. Стр.
10	5.11.	3/2	2/2	Понятия скорость зарождения центров кристаллизации и скорость роста кристаллов. Стадии скорости роста кристаллов. Двухмерный зародыш. / Рассчитать размер двухмерного критического зародыша. Рассчитать энергию двухмерного критического зародыша. Рассчитать влияние переохлаждения на скорость роста кристаллов.	Рукопись конспекта лекций. Стр.
11	12.11.	3/3	2/2	Дать определение гомогенному и гетерогенному зарождению при кристаллизации. Понятие угол смачивания. Влияние угла смачивания на зарождение кристаллов. / Выразить с помощью математических зависимостей влияние подложки и поверхностной энергии на кристаллизацию и объяснить. Нарисовать модельное представление влияния подложки на кристаллизацию.	Рукопись конспекта лекций. Стр.
12	19.11.	3/3	0/4	/ Используя ранее выполненную лабораторную работу в курсе материаловедения «кристаллизация», теоретически объяснить все результаты опытов, используя знания разделов 1 и 2 данной темы.	Отчет по лабораторной работе по курсу материаловедение « кристаллизация».
13	26.11.	3/4	2/2	Дендритная кристаллизация. Используя часть диаграммы состояния дать определение коэффициенты ликвации. / Графически изобразить и объяснить идеальной и реальное перераспределение концентрации при кристаллизации для различных видов коэффициента ликвации. Нарисовать модель установки для зонной очистки, объяснить работу.	Рукопись конспекта лекций. Стр.

14	3.12.	4/1	2/2	<p>Дать определение твердым растворам. Записать правила Юм-Розери. Изменение параметра кристаллической решетки твердых растворов от концентрации растворенного компонента. / Нарисовать объемные ячейки кристаллических решеток, отвечающих твердым растворам замещения и внедрения. Нарисовать диаграммы состояния с различными областями растворимости.</p>	К - Я.С. Уманский. Физика металлов. Стр. 33 – 48.
15	10.12.	4/1	2/2	<p>Дать определение твердым растворам. Записать правила Юм-Розери. Изменение параметра кристаллической решетки твердых растворов от концентрации растворенного компонента. / Нарисовать объемные ячейки кристаллических решеток, отвечающих твердым растворам замещения и внедрения. Нарисовать диаграммы состояния с различными областями растворимости.</p>	Я.С. Уманский. Физика металлов. Стр. 33-48
16	17.12.	4/2	2/2	<p>Дать определение упорядоченным твердым растворам замещения. Идеальные и реальные упорядоченные твердые растворы. Правило определения степени порядка и ее изменение от температуры. Температура перехода порядок ↔ беспорядок. Изменение теплоемкости при переходе порядок ↔ беспорядок. / Нарисовать объемные ячейки кристаллических решеток некоторых упорядоченных твердых растворов замещения. Записать стехиометрические формулы для изображенных упорядоченных твердых растворов. Представить стехиометрические формулы упорядоченных твердых растворов в бинарных сплавах.</p>	Я.С. Уманский. Физика металлов. Стр. 48-62
17	24.12.	4/3	2/2	<p>Дать определение промежуточным соединениям. Указать кристаллохимию промежуточных соединений. / Нарисовать (не копировать) диаграммы состояния для различных типов промежуточных соединений. Фазы Юм-Розери (электронные соединения), признаки фаз. Диаграмма состояния Cu – Zn.</p>	Я.С. Уманский. Физика металлов. Стр. 63-72, стр. 77 – 94.
18	31.12.	4/3	0/2	<p>/ Фазы Лавеса, признаки фаз. σ-фазы, признаки фаз. Диаграмма состояния Fe – Cr.</p>	Я.С. Уманский. Физика металлов. Стр. 63-72, стр. 77 – 94.
19					

Источники и ссылки	
А	https://www.omgtu.ru/general_information/institutes/engineering_institute/department_quot_equipment_and_technology_of_welding_quot/MiTKM/files/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_2014.pdf?ysclid=m22utzbq4b920380357
Б	https://portal.tpu.ru/SHARED/d/DIMAS167/academic/Tab1/Tab1/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%83%D1%87%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5%20%D0%A2.pdf
С	https://djvu.online/file/WIXWFZLxV90Ut?ysclid=m1jibgi6zw533331012
Д	https://djvu.online/file/T3RBrYtSG1ISU?ysclid=m22vw9pkem913254266
Е	https://dl.libcats.org/genesis/791000/af4d9feaefb69fcde36cedb68f597858/_as/[Pod_obshei_redakcii_B._A._Kalina]_Fizicheskoe_ma(libcats.org).pdf
К	https://djvu.online/file/WIXWFZLxV90Ut?ysclid=m1jibgi6zw533331012

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 целях выявления скрытых дефектов структуры;	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 Определение параметра ГЦК решетки, зная радиус атома R Координационное число Определение плотности упаковки для ОЦК решетки Определение плотности упаковки ГЦК решеток.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>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</p> <p>Перечень теоретических вопросов к экзаменам:</p> <p>1. Металлическое состояние вещества. Электронная теория металлов. Классическая и квантовая модель свободных электронов. Типы связей в кристаллах.</p> <p>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.</p> <p>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. Определение степени порядка. Промежуточные соединения. Фазы Юм-Розери, фазы Лавеса. Диффузия в металлах и сплавах. 1 и 2 законы Фика. Атомный механизм</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>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</p> <p>Перечень практических заданий к экзаменам</p> <p>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 междоузельного механизма. Движение атомов и коэффициент диффузии я 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% 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% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,24% Превращения при охлаждении в стали с содержанием углерода 0,3%</p>

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

Пример теста

Пример теста

№	дата	Тема/ Раздел.	Часы Лекц/пр акт	Задание	Литература
1	3.09.	1/1	2/2	Ван-дер-Ваальсова связь. Ионная связь. Ковалентная связь. Ионная связь / Описать и изобразить на рисунке.	А - Б.С Кушнер. Материаловедение. Стр.11-16. Б - Материаловедение. Томск. Стр.4-8.
2	10.09.	1/1	/2	Зависимость энергии взаимодействия пары атомов от расстояния между ними.	
3	17.09.	1/2	2/2	Записать названия и химическое обозначение металлов согласно их положению в группе таблицы Д.И. Менделеева / Нарисовать возможные кристаллические решетки металлов.	Общедоступная литература библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова, интернет. С - Я.С. Уманский. Физика металлов. Стр. 24-32
4	24.09.	2/1	2/2	Дать определение понятиям: Значение термодинамики в материаловедении, первый и второй законы термодинамики / Записать формулы и описать понятия: Свободная энергия. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Энтальпия. Энтропия.	Д - Р.У. Кан. Физическое материаловедение. Стр. 5-7. Е - Б.А. Калинин. Физическое материаловедение. Стр. 15 – 36.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «.....» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Экзамен по данной дисциплине может проводиться в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание, либо в виде тестов, на усмотрение преподавателя.

Форма проведения экзамена (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.

Показатели и критерии оценивания устного экзамена:

– **на оценку «отлично» (5 баллов)** – 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» (4 балла)** – 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» (3 балла)** – 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» (2 балла)** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– **на оценку «неудовлетворительно» (1 балл)** – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

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 экзамена в виде теста:

Вопросы тестов должны охватывать весь объем изучаемой дисциплины в соответствии с РПД.

– **на оценку «отлично» (5 баллов)** – 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, **75% и более;**

– **на оценку «хорошо» (4 балла)** – 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, **74 – 60 %;**

– **на оценку «удовлетворительно» (3 балла)** – 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, **59- 50 %;**

– **на оценку «неудовлетворительно» (2 балла)** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, **49 %.**

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.

Критерии оценки знаний студентов при проведении зачета с оценкой, в том числе и в тестовой форме:

Показатели и критерии оценивания:

– **на оценку «отлично» (5 баллов)** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями и умениями. Количество правильных ответов в тесте составляет 85-100%;

– **на оценку «хорошо» (4 балла)** – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности иноязычной коммуникативной компетенции, допускает ошибки не имеющие принципиального характера. Количество правильных ответов составляет 70 %;

– **на оценку «удовлетворительно» (3 балла)** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций; в ходе тестирования допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при выполнении теста. Количество правильных ответов в тесте составляет 55%;

– **на оценку «неудовлетворительно» (2 балла)** – обучающийся демонстрирует слабые знания материала, допускает много существенных ошибок. Количество правильных ответов в тесте составляет менее 50%;

– **на оценку «неудовлетворительно» (1 балл)** – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации. Задания теста не выполняет.