Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическое материаловедение

12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»
(направленность (профиль): «Материалы и технологии в биотехнических системах»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2022

Новокузнецк
2026

СибГИУ Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 26-04-2026 13:25:26 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение атомно-кристаллического строения металлических материалов, природы фаз в металлических сплавах;
– изучение процессов структурообразования в металлических сплавах.

Задачами учебной дисциплины являются:

– получение знаний об электронном строении атомов металлов, кристаллическом и фазовом строении металлов и сплавов;
– получение знаний о законах и механизмах диффузии, об особенностях процесса кристаллизации в металлических системах и фазовых превращений в твердом состоянии.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Химия.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Методы исследования структуры материалов биотехнических систем;
– Получение и свойства высокопрочных материалов;
– Функциональные материалы для биотехнических систем;
– Механические свойства сплавов и композитов;
– Прочность и разрушение материалов;
– Физические свойства материалов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Инженерный анализ и проектирование	ОПК-1: Способен применять естественнонаучные	ОПК-1.3 Применяет общеинженерные знания в инженерной	– знать: электронное и кристаллическое строение металлов и

	и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	деятельности для анализа и проектирования биотехнических систем	сплавов, основы диффузии в металлах и сплавах, основные виды фаз и фазовых превращений в металлических системах. – уметь: применять общеинженерные знания в области физического материаловедения для анализа и проектирования биотехнических систем.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***2 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*108*
	зачетных единиц	***3***	*3*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***33***	*33*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***27***	*27*

в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Атомно-кристаллическое строение металлов. Фазы в металлических сплавах;

Тема 1.1 Периодическая система Д.И. Менделеева и электронное строение металлов (Периодическая система элементов Д. И. Менделеева. Значение периодического закона. Электронное строение химических элементов. Особенности электронного строения металлов);

Тема 1.2 Кристаллическое строение металлов (Кристаллическая решетка: элементарная ячейка, решетки Бравэ, сингонии. Индексы плоскостей и направлений. Дефекты кристаллического строения);

Тема 1.3 Фазы и структурные составляющие в металлических системах (Основные типы фаз в металлических системах. Основные типы структурных составляющих, условия их образования);

Тема 1.4 Твердые растворы на основе металлов и химических соединений (Типы твердых растворов. Твердые растворы замещения. Закон Вегарда. Условия неограниченной растворимости элементов. Особенности твердых растворов внедрения);

Тема 1.5 Металлические соединения. Промежуточные фазы (Фазы Лавеса. Определяющее влияние размерного фактора. Электронные соединения. Фазы внедрения, их особенности);

Раздел 2 Процессы формирования фазового состава и структуры металлов и сплавов;

Тема 2.1 Диффузия в металлах и сплавах (Атомные механизмы диффузии. Основные законы диффузии. Влияние различных факторов на коэффициент диффузии в сплавах);

Тема 2.2 Кристаллизация металлов и сплавов (Механизм процесса кристаллизации. Кинетика кристаллизации. Механизмы роста кристаллов. Дендритная кристаллизация. Строение металлического слитка);

Тема 2.3 Фазовые превращения в твердом состоянии (Классификация и особенности фазовых превращений в твердом состоянии. Условия гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. Изменение формы частиц по мере их роста);

Тема 2.4 Распад пересыщенных твердых растворов (Механизмы распада пересыщенных твердых растворов. Стадии распада).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме

			практической подготовки
Раздел 1.	Атомно-кристаллическое строение металлов. Фазы в металлических сплавах		
Тема 1.1.	Периодическая система Д.И. Менделеева и электронное строение металлов	2	
Тема 1.2.	Кристаллическое строение металлов	4	
Тема 1.3.	Фазы и структурные составляющие в металлических системах	2	
Тема 1.4.	Твердые растворы на основе металлов и химических соединений	4	
Тема 1.5.	Металлические соединения. Промежуточные фазы	4	
Раздел 2.	Процессы формирования фазового состава и структуры металлов и сплавов		
Тема 2.1.	Диффузия в металлах и сплавах	4	
Тема 2.2.	Кристаллизация металлов и сплавов	4	
Тема 2.3.	Фазовые превращения в твердом состоянии	4	
Тема 2.4.	Распад пересыщенных твердых растворов	4	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Атомно-кристаллическое строение металлов. Фазы в металлических сплавах		
Тема 1.2.	Определение кристаллографических индексов узлов, направлений и плоскостей кристаллической решетки	6	
Тема 1.2.	Дислокации как дефект кристаллического строения	4	
Раздел 2.	Процессы формирования фазового состава и		

	структуры металлов и сплавов		
Тема 2.1.	Диффузия в металлах и сплавах. Основные законы диффузии	4	
Тема 2.2.	Кристаллизация металлов и сплавов. Строение слитка	2	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	20	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	13	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	27	
Итого:		**60**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-1	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»

от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументированно отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по

завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Арзамасов, Б. Н. Материаловедение : учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др. ; Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 648 с. - ISBN 978-5-7038-1860-2. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703818602.html (дата обращения: 23.04.2026);

2 Богодухов, С. И. Материаловедение : учебник для вузов / Богодухов С. И. , Козик Е. С. 2-е изд. , испр. - Москва : Машиностроение, 2020. - 504 с. - ISBN 978-5-907104-39-6. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907104396.html (дата обращения: 23.04.2026);

3 Материаловедение и технология материалов : учебник для вузов / под редакцией Г. П. Фетисова. — 8-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 808 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18111-1. – URL: https://urait.ru/bcode/589509 (дата обращения: 23.04.2026);

4 Плошкин, В. В. Материаловедение : учебник для вузов / В. В. Плошкин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 434 с. – ISBN 978-5-534-18654-3. – URL: https://urait.ru/bcode/545271 (дата обращения: 23.04.2026);

5 Гуляев, А.П. Металловедение : учебник для вузов / А.П. Гуляев, А.А. Гуляев. – 7-е изд, перераб. и доп. – Москва : Альянс, 2012. – 643 с. : ил. – ISBN 9785903034987.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

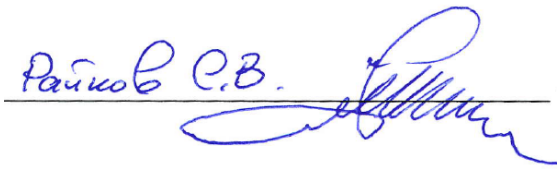
Составитель(и):

профессор Попова Марина Владимировна (кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Генеральный директор
ООО «ВЕСТ 2002», д.т.н., доцент
С.В. Райков



Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Перечень тестовых заданий (примерно)

Выберите один правильный ответ.

1. Металлы – это…
   а) непрозрачные вещества, обладающие металлическим блеском, высокой теплопроводностью и электропроводностью;
   б) непрозрачные вещества, полученные путем сплавления двух и более химических элементов;
   в) вещества, полученные из сырья и служащие для производства полуфабрикатов, производственных и строительных деталей и готовых изделий.
2. В каком ряду простые вещества расположены в порядке усиления металлических свойств?
   а) Mg, Ca, Ba
   б) Na, Mg, Al
   в) K, Ca, Fe
   г) Sc, Ca, Mg
3. Число неспаренных электронов в атоме алюминия в основном состоянии равно
   а) 1
   б) 2
   в) 3
   г) 0
4. Количество электронов в атоме равно числу:
   а) протонов
   б) нейтронов
   в) уровней
   г) атомной массы
5. В порядке возрастания неметаллических свойств элементы расположены в ряд…
   а) B, C, O, F
   б) Li, Na, K, Rb
   в) C, Si, Ge, Sn
   г) Cl, S, P, Si
6. В ряду Mg – Ca – Sr – Ba способность металлов отдавать электроны…
   а) ослабевает
   б) возрастает
   в) не изменяется
   г) изменяется периодически
7. Количество электронов в атоме равно числу:
   а) протонов

б) нейтронов
в) энергетических уровней
г) атомной массы

8. Атомы C и Si имеют одинаковое число:
а) нейтронов в ядре
б) электронов
в) энергетических уровней
г) электронов на внешнем энергетическом уровне

9. Путем соединения атомов одного и того же химического элемента образуется связь…
а) ионная
б) ковалентная полярная
в) ковалентная неполярная
г) водородная

10. Вещество, состоящее из атомов одного химического элемента, называется:
а) химически чистым;
б) химически простым;
в) химическим соединением.

11. Укажите тип химической связи, который обеспечивает максимальную концентрацию носителей заряда без приложения внешних энергетических воздействий:
а) ионная;
б) ковалентная;
в) металлическая;
г) водородная.

12. Для веществ с металлической кристаллической решеткой характерны
а) ионный тип химической связи, высокая плотность
б) хрупкость, высокие температуры плавления
в) пластичность, хорошая электропроводность
г) низкая теплопроводность, высокая эластичность

13. Что является одним из признаков металлической связи?
а) Скомпенсированность собственных моментов электронов
б) Обобществление валентных электронов в объеме всего тела
в) Направленность межатомных связей
г) Высокая температура плавления

14. Какое свойство металлов может быть объяснено отсутствием направленности межатомных связей?
а) Парамагнетизм.
б) Электропроводность.
в Теплопроводность.
г) Высокая компактность кристаллической решетки

15. Назовите, какие металлы относятся к группе «черных».
а) железо;

б) медь;
в) титан;
г) цирконий.

16. Укажите какие металлы относятся к группе «цветных» металлов.
а) железо, никель;
б) медь, алюминий;
в) титан, железо;
г) цирконий, кремний.

17. Какие металлы входят в группу легких (металлы с малой плотностью)?
а) железо, никель;
б) медь, алюминий;
в) титан, цирконий;
г) магний, алюминий.

18. Какие металлы входят в группу тугоплавких.
а) железо, никель;
б) медь, хром;
в) титан, цирконий;
г) ниобий, тантал.

19. Назовите металл, в котором при нагревании происходит полиморфное превращение.
а) железо;
б) медь;
в) алюминий;
г) свинец.

20. Какое свойство присуще всем металлам?
а) прозрачность;
б) электропроводность;
в) хрупкость;
г) диэлектрические свойства.

21. По какому признаку нельзя судить о принадлежности вещества к металлам?
а) металлический блеск;
б) пластичность;
в) прозрачность;
г) электропроводность.

22. Сколько компонентов может содержать сплав?
а) один;
б) два;
в) три;
г) два и более.

23. Каким термином называют элемент, специально вводимый в сплав?
а) основной;
б) легирующий;
в) примесный;

г) не знаю.

24. Укажите, тип кристаллической решетки, не относящейся к основным типам кристаллической решетки металлов.
    а) ГЦК;
    б) ГПУ;
    в) ОЦК;
    г) ПК.
25. Металлы и сплавы в реальных условиях являются поликристаллическими веществами, то есть состоят из множества кристалликов, не имеющих правильной кристаллографической огранки. Такие кристаллики называются:
    а) кристаллическими блоками
    б) кристаллитами или зернами
    в) кристаллическими ячейками

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1 Атомно-кристаллическое строение металлов. Фазы в металлических сплавах

1 Устный опрос на лекциях

Перечень вопросов для устного опроса (примерно):

1. Какие характерные свойства имеют кристаллические вещества?
2. Для решения каких задач существует кристаллография?
3. Что такое кристаллическая решетка?
4. Что такое узел кристаллической решетки?
5. Что такое элементарная ячейка? Сколько типов элементарных ячеек существует?
6. Что такое период кристаллической решетки? Какой физический смысл имеет это понятие?
7. Какой тип межатомной связи называют металлической связью?
8. Почему атомы металлов образуют компактные кристаллические решетки?
9. Что такое полиморфизм?
10. Как выбирают систему координат в кристаллической решетке для нахождения кристаллографических индексов узлов, направлений и плоскостей?
11. Что такое «пространственная кристаллическая решетка» и «элементарная ячейка»?
12. Какие кристаллические решетки имеют металлы?
13. Что такое «кристаллографические индексы направления»?
14. Чем различаются понятия «семейства» и «совокупности» направлений?

15. Как определить индекс направления, если известны координаты узлов, через которые оно проходит?
16. Как определить индекс направления и как построить направление по указанному индексу?
17. Что такое «кристаллографические индексы плоскости»?
18. Как по указанной плоскости определить её индекс?
19. Как определить индекс плоскости, если известны индексы двух направлений, лежащих в плоскости?
20. Какие типы упаковок кристаллических структур Вы знаете?
21. Как рассчитывается коэффициент упаковки кристаллических структур?
22. Что такое «твердый раствор»?
23. Какие типы твердых растворов Вы знаете?
24. Какие элементы могут образовывать твердые растворы внедрения?
25. Что такое промежуточные фазы?

Раздел 2 Процессы формирования фазового состава и структуры металлов и сплавов

1 Устный опрос на лекциях

Перечень вопросов для устного опроса (примерно):

1. Что такое диффузия?
2. Какая величина называется коэффициентом диффузии?
3. В каких единицах измеряется коэффициент диффузии?
4. Чем отличается гетеродиффузия от самодиффузии?
5. В чем заключается эффект Киркендалла?
6. В чем смысл первого уравнения Даркена?
7. Какой параметр можно определить с помощью второго уравнения Даркена?
8. Что такое эффект Френкеля и на чем он основан?
9. Какую диффузию в сплавах называют атомной?
10. Какую диффузию в сплавах называют реактивной?
11. От чего зависит толщина растущей новой фазы в диффузионном слое?
12. Какие закономерности формирования диффузионного слоя выявлены при анализе процессов реактивной диффузии?
13. Какой процесс называют кристаллизацией?
14. Что такое степень переохлаждения?
15. В каких направлениях растут кристаллы?
16. Чем будут определяться размеры формирующихся зерен?
17. Что собой представляет дендрит?
18. Какие основные зоны выделяют в кристаллической структуре стального слитка?

19. Почему поверхностный слой слитка состоит из мелких равноосных кристаллов?
20. Чем объясняется образование в средней зоне слитка вытянутых столбчатых кристаллов?
21. От каких факторов зависит ширина зоны столбчатых кристаллов?
22. Почему для металлов с малой пластичностью развитие зоны столбчатых кристаллов нежелательно?
23. Почему в центральной части слитка образуются равноосные кристаллы?
24. Что такое усадка металла?
25. В чем различие усадочной раковины и усадочной пористости?
26. Каков механизм образования усадочной раковины?

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Раздел 1 Атомно-кристаллическое строение металлов. Фазы в металлических сплавах

Перечень вопросов для тестирования (примерно):

1. Точечными дефектами кристаллической решетки являются
   а) поры
   б) вакансии
   в) дислокации
2. Линейными дефектами кристаллической решетки являются
   а) трещины
   б) дислокации
   в) вакансии
3. Для кристаллического состояния вещества характерно
   а) отсутствие порядка в расположении частиц
   б) наличие дальнего порядка в расположении частиц
   в) наличие только ближнего порядка в расположении частиц
4. Аморфные вещества имеют:
   а) только ближний порядок в расположении частиц
   б) дальний порядок в расположении частиц
   в) отсутствие порядка в расположении частиц
5. Наиболее плотноупакованная кристаллическая решетка металла
   а) кубическая гранецентрированная
   б) кубическая объемно-центрированная

в) кубическая решетка типа алмаза

6. Количество атомов, приходящихся на одну элементарную ячейку в ОЦК решетке
   а) 2
   б) 4
   в) 6
7. Количество атомов, приходящихся на одну элементарную ячейку в ГПУ решетке
   а) 2
   б) 4
   в) 6
8. Количество атомов, приходящихся на одну элементарную ячейку в ГЦК решетке
   а) 2
   б) 4
   в) 6
9. Расстояния (а, в, с) между центрами ближайших атомов в элементарной ячейке называют
   а) плотностями упаковки
   б) периодами решетки
   в) координационными числами
10. При повышении температуры концентрация вакансий
   а) возрастает
   б) убывает
   в) остается постоянной
11. Укажите, тип кристаллической решетки, не относящейся к основным типам кристаллической решетки металлов.
   а) ГЦК;
   б) ГПУ;
   в) ОЦК;
   г) ПК.
12. Укажите металл, кристаллическая решетка которого имеет тип ГЦК.
   а) кадмий;
   б) цинк;
   в) алюминий;
   г) никель.
13. Укажите металл, кристаллическая решетка которого имеет тип ОЦК.
   а) хром;
   б) медь;
   в) алюминий;
   г) цинк.
14. Для кристаллического состояния вещества характерны…
   а) анизотропия свойств;
   б) наличие только ближнего порядка в расположении частиц;
   в) наличие дальнего порядка в расположении частиц.

15. Существование одного металла в нескольких кристаллических формах носит название:
    а) полиморфизма;
    б) анизотропии;
    в) кристаллизации;
16. Способность материала сопротивляться разрушению под действием нагрузок называется …
    а) ударной вязкостью;
    б) прочностью;
    в) твёрдостью.
17. Для веществ с металлической кристаллической решеткой характерны …
    а) ионный тип химической связи, высокая плотность
    б хрупкость, высокие температуры плавления
    в) пластичность, хорошая электропроводность
    г) низкая теплопроводность, высокая эластичность
18. Что является одним из признаков металлической связи?
    а) скомпенсированность собственных моментов электронов
    б) обобществление валентных электронов в объеме всего тела
    в) направленность межатомных связей
    г) высокая температура плавления
19. При повышении температуры концентрация вакансий…
    а) возрастает
    б) убывает
    в) остается постоянной
20. Суммарная длина всех линий дислокаций в единице объема кристалла называется…
    а) плотностью дислокаций
    б) вектором Бюргерса
    в) мерой искажения решетки
21. Дефект кристаллической решетки, представляющий собой край лишней полуплоскости – это…
    а) граница зерна
    б) краевая дислокация
    в) граница блока
    г) винтовая дислокация
22. Свойство металлических кристаллов, существенно зависящее от плотности дислокаций
    а) электросопротивление
    б) прочность
    в) анизотропия
23. Мелкие кристаллы, не имеющие ярко выраженной многогранной кристаллической формы – это
    а) зерна

б) дислокационные ячейки
в) субзерна

24. Характеристика кристаллической решетки, определяющая число атомов, находящихся на наименьшем равном расстоянии от данного атома, называется
    а) параметром решетки
    б) базисом решетки
    в) координационным числом
25. Характеристика кристаллической решетки, равная отношению суммарного объема атомов, приходящихся на одну элементарную ячейку, к объему элементарной ячейки, называется
    а) параметром решетки
    б) коэффициентом компактности
    в) координационным числом

Раздел 2 Процессы формирования фазового состава и структуры металлов и сплавов

Перечень вопросов для тестирования (примерно):

1. Что такое диффузия? Выберите правильное определение
    1) Процесс теплового движения взвешенных в жидкости или газе частиц
    2) Процесс направленного переноса частиц в веществах, происходящий вследствие их теплового движения, в результате которого устанавливается равновесная концентрация внутри фаз.
    3) Процесс направленного переноса частиц в веществах, происходящий вследствие их теплового движения, в результате которого устанавливается неравновесная концентрация внутри фаз.
2. Что такое самодиффузия? Выберите правильное определение
    1) Процесс перемещения атомов в собственной кристаллической решетке без изменения концентрации
    2) Процесс направленного переноса частиц в веществах, происходящий вследствие их теплового движения, в результате которого происходит установление равновесной концентрации внутри фаз.
    3) Процесс перемещения атомов растворенного вещества в кристаллической решетке растворителя при наличии градиента концентрации.
3. Что такое гетеродиффузия? Выберите правильное определение
    1) Процесс перемещения атомов в собственной кристаллической решетке без изменения концентрации
    2) Процесс направленного переноса частиц в веществах, происходящий вследствие их теплового движения, в результате которого происходит установление неравновесной концентрации внутри фаз.

3) Процесс перемещения атомов растворенного вещества в кристаллической решетке растворителя при наличии градиента концентрации.

4. Что является движущей силой свободной диффузии?
   1) Градиент концентрации
   2) Градиент температуры
   3) Градиент электрического поля
   4) Градиент давления
   5) Градиент упругих напряжений
5. Какой из видов диффузии приводит к выравниванию градиента концентрации?
   1) Свободная диффузия
   2) Электродиффузия
   3) Термодиффузия
   4) Восходящая диффузия
6. Что является элементарным актом диффузии?
   1) Атомный скачок
   2) Поток вещества
   3) Градиент концентрации
   4) Диффузионный путь
7. Какие атомные механизмы диффузии имеют наименьшую энергию активации?
   1) обменные механизмы
   2) межузельные механизмы
   3) вакансионные механизмы
8. Какими факторами количественно характеризуется скорость процесса кристаллизации?
   1) Числом частиц нерастворимых примесей и наличием конвективных потоков в жидкой фазе.
   2) Числом центров кристаллизации и скоростью роста кристаллов из этих центров.
   3) Степенью переохлаждения сплава.
   4) Скоростью отвода тепла от ванны жидкого металла.
9. Чем определяется форма зерен металлического сплава?
   1) Условиями столкновения растущих зародышей правильной формы.
   2) Формой частиц нерастворимых примесей, на которых протекает кристаллизация.
   3) Интенсивностью тепловых потоков.
   4) Формой кристаллических зародышей.
10. Как зависит размер зерен металла от степени переохлаждения его при кристаллизации?
   1) Чем больше степень переохлаждения, тем крупнее зерно.
   2) Размер зерна не зависит от степени переохлаждения.
   3) Чем больше степень переохлаждения, тем мельче зерно.

4) Зависимость неоднозначна: с увеличением переохлаждения зерно одних металлов растет, других - уменьшается.

11. Почему условия кристаллизации подбирают так, чтобы структура затвердевшего сплава была мелкозернистой
    1) В результате повышается не только прочность сплава, но и пластичность и вязкость
    2) В результате повышается пластичность сплава, а прочность падает
    3) В результате повышается вязкость сплава, а прочность падает
    4) В результате повышается прочность сплава, а пластичность и вязкость снижаются
12. Чем отличается первичная кристаллизация от вторичной?
    1) При первичной кристаллизации кристаллы твердой фазы образуются из расплава, а при вторичной – из твердой фазы
    2) При первичной кристаллизации кристаллы твердой фазы образуются из другой, более высокотемпературной твердой фазы, а при вторичной – из расплава
    3) Первичная и вторичная кристаллизация ничем не отличаются

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Электронное строение химических элементов. Четыре квантовых числа, описывающие состояние электрона в атоме. Принцип Паули.
2. Законы и правила квантовой механики: постулаты Бора, принцип Паули, правило Гунда, правило Клечковского.
3. Виды химической связи между атомами. Особенности металлической связи.
4. Пространственная кристаллическая решетка. Элементарная ячейка, ее описание. Условия выбора элементарной ячейки. Примитивные и сложные ячейки Браве.
5. Семь кристаллических систем (сингоний). Категории сингоний кристаллов.
6. Кристаллографические индексы направлений, порядок их нахождения. Понятия семейства и совокупности направлений.
7. Кристаллографические индексы плоскостей, порядок их нахождения. Понятия семейства и совокупности плоскостей.
8. Виды фаз в металлических сплавах. Основные типы твердых растворов.

9. Зависимость параметра решетки твердых растворов вычитания, замещения и внедрения от концентрации компонентов. Правило Вегарда.
10. Твердые растворы внедрения, их особенности и условия образования. Типы междоузлий в твердых растворах внедрения.
11. Промежуточные фазы в металлических сплавах. Электронные соединения или фазы Юм-Розери. Три вида электронных соединений.
12. Фазы внедрения (фазы Хэгга). Структура и свойства фаз внедрения.
13. Фазы Лавеса, особенности их кристаллической структуры, применение. Сигма-фаза, ее строение, особенности образования, влияние на свойства сплавов.
14. Особенности строения реальных металлических материалов. Классификация дефектов по геометрическим признакам.
15. Дислокации как дефект кристаллического строения. Краевые и винтовые дислокации, их особенности. Влияние дислокаций на механические свойства металлических материалов.
16. Диффузия в металлах. Атомные механизмы диффузии. Основные механизмы диффузии в твердых растворах замещения и внедрения.
17. Самодиффузия и гетеродиффузия. Основные законы диффузии (I и II законы Фика).
18. Коэффициент диффузии и его зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации диффузии и ее физический смысл. Корреляция Ван Лимпа.
19. Коэффициент диффузии, его зависимость от кристаллического строения металлов, а также от природы диффундирующего элемента и его концентрации.
20. Гетеродиффузия в двойном сплаве со структурой твердого раствора. Эффект Киркендалла, его значение. Уравнения Даркена.
21. Атомная и реактивная диффузия. Связь между видом диаграммы состояния сплава и концентрационными кривыми при диффузии.
22. Кристаллизация металлов. Фактическая температура кристаллизации. Степень переохлаждения.
23. Две стадии процесса кристаллизации. Образование зародышей. Влияние степени переохлаждения на величину критического размера зародыша.
24. Гетерогенная кристаллизация. Закон Конобеевского. Механизмы роста кристаллов. Форма кристаллов. Дендритный тип кристаллизации.
25. Фазовые превращения в твердом состоянии, их классификация. Характеристика фазовых переходов I и II рода.

26. Особенности фазовых превращений в твердом состоянии. Роль энергии упругой деформации.
27. Образование зародышей новой фазы при фазовых превращениях в твердом состоянии.
28. Три случая атомного соответствия старой и новой фаз. Изменение формы частиц по мере их роста.