

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Теория превращений в металлах и сплавах

**Код модуля**  
1159439(1)

**Модуль**  
Теория превращений в металлах и сплавах

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Корниенко Ольга Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	термообработки и физики металлов
2	Попов Артемий Александрович	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	термообработки и физики металлов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

**Авторы:**

- Корниенко Ольга Юрьевна, Доцент, термообработки и физики металлов
- Попов Артемий Александрович, Заведующий кафедрой, термообработки и физики металлов

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Теория превращений в металлах и сплавах**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	5	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Теория превращений в металлах и сплавах**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-1 -Способен создавать новые специальные сплавы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения	З-1 - Характеризовать комплекс свойств изделия с учетом области его использования. З-2 - Изложить основные принципы, методы и способы создания новых сплавов с заданным комплексом свойств. З-3 - Сделать обзор теоретических и методических аспектов проблемы рационального использования материалов при производстве изделий и экологических последствий их применения. У-1 - Выбирать оптимальные методы и способы создания новых специальных сплавов с учетом требуемого комплекса свойств конкретных изделий,	Лабораторные занятия Лекции Экзамен

	области их использования и экологических последствий применения.	
ПК-2 -Способен выполнять комплексные исследования структуры и свойств специальных сплавов (изделий из них), используя существующие методики, адаптируя их или разрабатывая новые	З-1 - Описывать структуру и свойства специальных сплавов и изделий из них. З-2 - Объяснять зависимость свойств от структурных и технологических параметров обработки изделий из специальных сплавов	Контрольная работа Лабораторные занятия Экзамен

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	1,6	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.4</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.5</b>		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	1,14	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для

	продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

### 5.1.2. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Анализ кинетики и морфологии продуктов промежуточного превращения
2. Прерывистое выделение при старении. Анализ кинетики и морфологии фаз
3. Непрерывное выделение. Построение С-образных диаграмм превращения в сплавах алюминия, меди, титана

4. Мартенситное превращение. Определение мартенситной точки

5. Изучение структуры стареющих сплавов

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Фазовые превращения в металлах и сплавах.

Примерные задания

1. Опишите структуру и свойства сплавов на основе алюминия. Приведите примеры их использования;

2. Расшифруйте заданную марку сплава, объясните влияние элементов, входящих в сплав. Постройте график термической обработки детали для получения заданных механических свойств HRC \_\_\_\_.

3. По диаграмме состояния железо-цементит опишите какие структурные и фазовые превращения будут происходить при медленном охлаждении из жидкого состояния сплава с содержанием углерода 0,2 %. Охарактеризуйте этот сплав и определите для него при заданной температуре 750°C количество, состав фаз и процентное соотношение.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Определение процесса диффузии. Диффузионный поток. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии. Закон сохранения вещества. Второй закон Фика. Самодиффузия. Примесная диффузия. Диффузия меченых атомов. Взаимная диффузия. Собственные коэффициенты диффузии и коэффициент взаимной диффузии. Парциальные коэффициенты диффузии. Два типа диффузионных задач (прямая и обратная). Краевые

(начальные и граничные) условия диффузионных задач. Основные типы решений второго уравнения Фика. Аналитические решения (стационарные и нестационарные). Решение для пары полубесконечных тел. Решения для систем, близких к однородным. Численные методы решения диффузионных задач. Решение обратной диффузионной задачи в случае концентрационной зависимости коэффициента диффузии. Метод Матано-Больцмана. Диффузия как процесс случайных блужданий. Параболический закон. Вывод законов Фика из теории случайных блужданий. Механизмы диффузии в кристаллах. Температурная зависимость коэффициентов диффузии. Энергия активации при диффузионных процессах. Второй закон Фика при наличии в системе внешней движущей силы. Диффузия по неравновесным дефектам кристаллической структуры. Температурная зависимость коэффициента диффузии в реальном кристалле. Пути облегченной диффузии. Задача Харта. Химический потенциал как основная движущая сила диффузионного процесса. Восходящая диффузия. Основные постулаты теории неравновесных процессов (формализм Онзагера). Термодинамические уравнения движения. Правило выбора термодинамических сил. Эффект Киркендала. Теория Даркена для описания диффузии в бинарной системе. Связь между собственными коэффициентами диффузии и коэффициентом взаимной диффузии в бинарной системе. Уравнения для описания диффузионных процессов в многокомпонентных системах. Диффузия в многофазных системах. Атомная и реактивная (реакционная) диффузии. Значения коэффициентов диффузии в различных кристаллических решетках. Связь между характеристиками диффузии и диаграммами фазового равновесия. Процессы диффузионного роста фаз. Уравнение баланса масс. Критерии Зайта. Кинетика образования и роста фаз в покрытиях при химико-термической обработке металлов и сплавов. Общая классификация фазовых превращений и проблема зарождения новой фазы. Роль упругой и поверхностной энергий. Структура и энергия межфазных границ. Условие когерентности решеток на границе раздела фаз. Особенности кинетики фазовых превращений в связи с характером движения границы раздела фаз. Скользящие и нескользящие границы. Понятие о бездиффузионном превращении. Процессы зарождения и роста. Роль диффузии в фазовых превращениях. Типы диффузионных и бездиффузионных превращений в твердом состоянии. Общая классификация гетерогенных превращений. Процессы зарождения. Зарождение выделений второй фазы из пересыщенного твердого раствора. Гомогенное и гетерогенное зарождение. Образование переходных фаз. Влияние примесных атомов. Рост выделений из пересыщенного твердого раствора. Теории термически активируемого роста. Рост, контролируемый процессами на межфазной границе. Рост, лимитируемый диффузией. Линейный рост двухфазных областей. Формальная кинетика процессов зарождения и роста. Кривые изотермического превращения. Уравнение Авраами. Превращения с параболическим законом роста. Влияние температуры. Неизотермические превращения. Растворение выделений второй фазы. Растворение, контролируемое диффузией. Кинетика реакций на поверхности раздела. Сетки выделений второй фазы. Практическое применение теории. Растворимость карбидов, нитридов и интерметаллидов при нагреве. Стадии растворения. Термодинамика процесса. Влияние легирующих элементов на растворимость. Роль термодинамической активности. Влияние состава твердого раствора. Характер изменения атомнокристаллической структуры при аллотропических превращениях в металлах. Кинетика нормального аллотропического превращения. Термодинамика массивного превращения в сплавах. Определение концентрационно-температурных условий



бездиффузионно-го массивного превращения. Аллотропические превращения в титане и его сплавах. Мартенситные реакции и особые свойства материалов. Мартенситные реакции в легированных латунях, интерметаллидах. Промежуточные превращения в сплавах титана. Изотермическое образование  $\beta$ " и  $\beta'$  -фаз. Их влияние на структуру и свойства сплавов. Изменение свойств и структуры при старении сплавов. Некоторые вопросы термодинамики и кинетики распада пересыщенных твердых растворов. Нестабильность структуры, вызванная изменением химической свободной энергии. Нестабильность, вызванная неравномерным распределением растворенного компонента. Спинодальный распад. Образование метастабильных периодических распределений концентраций. Упругая энергия и морфология гетерофазных растворов. Модулированные структуры. Старение алюминиевых, медных и титановых сплавов

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.