



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института металлургии,  
машиностроения и материаловедения

А.С. Савинов

«02» сентября 2018 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ*

**Направление подготовки**

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль подготовки**

Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)

**Уровень высшего образования – бакалавриат**

**Программа подготовки – академический бакалавриат**

**Форма обучения**

**очная**

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

металлургии, машиностроения и материаловедения  
технологии металлургии и литейных процессов  
3  
5,6

Магнитогорск  
2018

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом МОиН РФ от 12.11.2015 № 1331.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры литейного производства и материаловедения 04.09.2018 г., протокол № 1.


Зав. кафедрой  / К.Н. Вдовин /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материаловедения 02.10.2018 г., протокол № 2.

Председатель  / А.С. Савинов /

Рабочая программа составлена:

проф. каф. ТМиЛП., д.т.н., проф.




 / А.Н. Завалицин /

Рецензент:

проф. каф. ТОМ, к.т.н., доц.

 / М.И. Румянцев

**Лист регистрации изменений и дополнений**

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	06.09.2019, протокол № 1	
2	9	Актуализация материально- технического обеспечения дисциплины	06.09.2019, протокол № 1	
3	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол № 1	
4	9	Актуализация материально- технического обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол № 1	

### 1 Цели освоения дисциплины

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 в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Теория строения материалов» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения таких дисциплин как «Физика», «Математика», «Общее материаловедение и технологии материалов», «Материаловедение».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении таких дисциплин, как «Моделирование и оптимизация свойств материалов и технологических процессов», Машиностроительные материалы, Методы исследования материалов и процессов, Физические свойства материалов, Основы термической и химико-термической обработки металлов

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

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-4 - способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации</b>	
Знать	- знать строение неорганических и органических материалов - явления в материалах, связанные с изменением внешних условий - процессы, протекающие при использовании различных методов исследования материалов, физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации;
Уметь:	- определять структуру и свойства материалов - пользоваться методами исследования, анализа и диагностики различных материалов;
Владеть:	- навыками исследования, анализа и диагностики различных материалов, их структуры и свойств.
<b>ПК-11 - способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и дол-</b>	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>говечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологических процессов</b>	
Знать	- теорию строения материалов для выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности экономичности, надежности и долговечности;
Уметь	- использовать теорию строения материалов при выборе материала для заданных условий эксплуатации, с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности;
Владеть	- навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации, с учетом требований технологичности, экономичности, надежности.

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 единицы 360 часов:

- контактная работа – 144 час.
- аудиторная работа – 136 час.
- внеаудиторная – 8 час.
- самостоятельная работа – 144,6 час;
- подготовка к экзамену – 71,4 час.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Вид самостоятельной работы	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.			
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.	5	4	-	4/2И	8	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-4 – зув ПК-11 – зув
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.	5	8	-	8/2И	16	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-4 – зув ПК-11 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Вид самостоятельной работы	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.			
Тема 3. Кристаллизация жидких растворов. Изменение энергии при кристаллизации. Критический зародыш. Энергия образования критического зародыша. Размер критического зародыша. Кинетика кристаллизации. Скорость зарождения, скорость роста кристаллов. Гомогенное и гетерогенное зарождения. Механизм роста кристаллов, двухмерный зародыш. Кристаллизация эвтектических и других двухфазных сплавов. Дендритная кристаллизация. Ликвация. Зонная очистка.	5	8	-	8/4И	16	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-4 – зув ПК-11 – зув
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. $\sigma$ – фазы. Фазы внедрения.	5	6	-	6/2И	12	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-4 – зув ПК-11 – зув
Тема 5. 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 микро-рентгеноспектрального анализа. Оже спектроскопия. Автографический, спектральный анализ.	5	8	-	8/4И	20,3	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-4 – зув ПК-11 – зув
<b>Итого по разделу</b>	<b>5</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34/14 И</b>	<b>72,3</b>		<b>Экзамен</b>	<b>ПК-4 – зув ПК-11 – зув</b>
Тема 6. Кристаллическое строение металлов и сплавов. Фазовые превращения в твердом состоянии. Полиморфизм. Причины полиморфных превращений. Механизм и кинетика полиморфного превра-	6	18	-	18/6 И	30	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготов-	Устный опрос Контрольная работа	ПК-4 – зув ПК-11 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Вид самостоятельной работы	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.			
щения. Классификация фазовых превращений. Классическая теория зарождения и роста. Влияние формы зародыша на кинетику превращения. Массивные превращения. Когерентные и видманштеттовы превращения. Мартенситные превращения. Мартенситные фазы в сталях. Виды фаз, их строение и свойства. Полиморфизм в сталях. Диаграммы состояния двойных систем. Фазовые и структурные превращения в сплавах железо-углерод: характеристика компонентов и фаз системы Fe-C; диаграмма состояния Fe – Fe <sub>3</sub> C 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.						ка к контрольной работе		
Тема 7. 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.	6	8	-	8/4И	22	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-4 – зув ПК-11 – зув
Тема 8. 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.	6	8	-	8/4И	20,3	Проработка лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к контрольной работе	Устный опрос Контрольная работа	ПК-4 – зув ПК-11 – зув
<b>Итого по разделу</b>	<b>6</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>34/14 И</b>	<b>72,3</b>		<b>Экзамен</b>	<b>ПК-4 – зув ПК-11 – зув</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>5, 6</b>	<b>68</b>	<b>-</b>	<b>68/28 И</b>	<b>144,6</b>		<b>Экзамен</b>	<b>ПК-4 – зув ПК-11 – зув</b>

## **5 Образовательные и информационные технологии**

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации

В процессе преподавания дисциплины «Теория строения материалов» применяются традиционная, интерактивная и информационно-коммуникационная 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**

По дисциплине «Теория строения материалов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

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

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

### **6.1.1 Перечень вопросов для подготовки к контрольным аудиторным работам и экзамену**

#### Вопросы к рубежному контролю и к экзаменам 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.
53. Фазовые превращения в твёрдом состоянии. Классификация фазовых превращений.
54. Классическая теория зарождения и роста.
55. Обосновать формулу свободной энергии для фазового превращени
56. Влияние формы зародыша на кинетику превращения.
57. Изменение кристаллической структуры металла при нагреве.
58. Классификация превращений по типу перестройки решетки и по роли диффузии.
59. Массивные превращения.
60. Когерентные и видманштеттовые превращения.
61. Мартенситные превращения. Мартенситные фазы в сталях.
62. Рельеф и морфология мартенсита.
63. Обратное мартенситное превращение.
64. Кинетика мартенситного превращения.
65. Старение и термодинамика старящихся систем.
66. Концентрационная зависимость термодинамического потенциала.
67. построить
68. Спинодальный распад.

69. Изменение концентрации при распаде.
70. Низкотемпературный распад.
71. Ячеистый или двухфазный распад.
72. Деформационное старение.
73. Строение полимеров. Фазовые переходы в полимерах.
74. Механизм старения полимеров.
75. Неорганические стекла. Структура ситаллов.
76. Керамические материалы. Структура керамических материалов
77. Композиционные материалы

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

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

## 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
<b>ПК-4 - способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- строение неорганических и органических материалов</li> <li>- явления в материалах, связанные с изменением внешних условий</li> <li>- процессы, протекающие при использовании различных методов исследования материалов, физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модификации;</li> </ul>	<p><b>Перечень теоретических вопросов:</b>            Электронная теория металлов. Классическая и квантовая модель свободных электронов. Электронная теория металлов. Классическая и квантовая модель свободных электронов. Типы связей в кристаллах. Первый и второй законы термодинамики. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия. Термодинамика фазовых переходов 1 и 2 рода. Изменение энергии при кристаллизации. Критический зародыш. Скорость зарождения, скорость роста кристаллов. Гомогенное и гетерогенное зарождения. Механизм роста кристаллов, двухмерный зародыш. Дендритная кристаллизация. Ликвация. Упорядоченные твердые растворы. Промежуточные соединения. Диффузия в металлах и сплавах. 1 и 2 законы Фика. Атомный механизм диффузии. Факторы, влияющие на диффузию. Реактивная диффузия. Методы исследования диффузии. Фазовые превращения в твердом состоянии. Классическая теория зарождения и роста. Классификация превращений по типу перестройки решетки и по роли диффузии. Мартенситные превращения. Рельеф и морфология мартенсита. Кинетика мартенситного превращения. Старение и термодинамика старящихся систем. Спинодальный распад. Низкотемпературный распад. Ячеистый или двухфазный распад. Деформационное старение. Строение полимеров. Неорганические стекла. Структура ситаллов. Керамические материалы. Структура керамических материалов. Композиционные материалы</p>
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять структуру и свойства материалов</li> <li>- пользоваться методами исследования, анализа и диагностики различных материалов;</li> </ul>	Изобразить кристаллические решетки металлов. Вывести правило Гиббса. Изобразить диаграммы с полной растворимостью. Изобразить диаграммы с полной нерастворимостью. Изобразить диаграммы с неполной растворимостью. Рассчитать размер критического зародыша. Рассчитать скорость зарождения. Рассчитать скорость роста кристаллов.
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками исследования, анализа и диагностики различных материалов, их структуры и свойств.</li> </ul>	Построить диаграммы равновесия, Перечислить правила для симметрических преобразований для построения кристаллических решеток металлов. Вывести правило фаз Гиббса. Рассчитать размера критического зародыша, скорость зарождения и скорость роста кристаллов. Вывести формулы определения степени порядка для сверхструктур. Рассчитать частоту перескоков для междоузельного механизма и частоту перескоков для вакансионного

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		механизма. Определить коэффициент диффузии и энергию активации. Обосновать формулу свободной энергии для фазового превращения. Описать механизм старения сплавов.
<b>ПК-11 - способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов</b>		
Знать	- теорию строения материалов для выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности экономичности, надежности и долговечности;	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзаменам:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Металлическое состояние вещества. Электронная теория металлов. Классическая и квантовая модель свободных электронов. Типы связей в кристаллах.</li> <li>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.</li> <li>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 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 микрорентгено-спектрального анализа. Ожеспектроскопия. Автографический, спектральный анализ. Определения коэффициента диффузии и энергии активации. Фазовые превращения в твердом 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. Низко-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		температурный 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
Уметь	- использовать теорию строения материалов при выборе материала для заданных условий эксплуатации, с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности;	Определить степени порядка. Рассчитать частоты перескоков для междоузельного механизма. Расчет частоты перескоков для вакансионного механизма. Определить коэффициент диффузии и энергии активации. Обосновать формулу свободной энергии для фазового превращения. Изменение концентрации при распаде. Механизм старения полимеров.
Владеть	- навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации, с учетом требований технологичности, экономичности, надежности.	Определить параметр решетки ОЦК. Определить параметр решетки ГЦК. Плотность упаковки ОЦК и ГЦК решеток. Вывести правило Гиббса. Рассчитать размер критического зародыша. Рассчитать скорость роста кристаллов. Рассчитать электронную концентрацию фаз. Расчет частоты перескоков для междоузельного механизма. Расчет частоты перескоков для вакансионного механизма. Обосновать формулу свободной энергии для фазового превращения. Построить диаграмм равновесия в двухкомпонентных системах, Определить симметрию кристаллических решеток металлов. Рассчитать размера критического зародыша, скорость зарождения и скорость роста кристаллов.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория строения материалов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений и проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает теоретические и практические вопросы.

#### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

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

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### Основная литература

1. Столяров, В.Л. Фазовые превращения и структурообразование : учебник / В.Л. Столяров, Е.С. Малютина, В.Ю. Введенский. — Москва : МИСИС, 2018. — 266 с. — ISBN 978-5-906846-85-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115294> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Капуткина, Л.М. Строение и свойства металлов. Физические основы пластической деформации : учебное пособие / Л.М. Капуткина, С.Д. Прокошкин, С.В. Добаткин. — Москва : МИСИС, 2003. — 37 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117128> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Дополнительная литература

1. 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: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Материаловедение в машиностроении в 2 ч. Часть 2. : учебник для академического бакалавриата / А. М. Адашкин, Ю. Е. Седов, А. К. Онегина, В. Н. Климов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 291 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00041-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/437855> (дата обращения: 01.09.2020).
3. 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: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. 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: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Методические указания:

1. Завалищин А.Н., Покачалов В.В., Харитонов В.А. Линейные дефекты кристаллического строения металлов [Текст]. Учебное пособие. Магнитогорск, МГТУ, 2000.
2. Покачалов В.В. Описание элементарной ячейки кристаллической решетки. [Текст] Магнитогорск, МГМА, 1998.
3. Завалищин А.Н. Покачалов В.В. Стереографические проекции [Текст] Магнитогорск, МГМА, 2000.
4. Завалищин А.Н. Диффузия в металлах. [Текст] Магнитогорск, МГТУ, 2008.
5. Завалищин А.Н. Фазовые превращения в твердом состоянии. [Текст] Магнитогорск, МГТУ, 2011.

### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Российская Государственная библиотека URL: <http://www.rsl.ru/>.

2. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>.
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://www.gpntb.ru/>.
4. Public.Ru - публичная интернет-библиотека URL: <http://www.public.ru/>.
5. Lib.students.ru - Студенческая библиотека lib.students.ru URL: <http://www.lib.students.ru>.
6. Научная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Университета URL: <http://www.lib.pu.ru/>.

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2016	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое	бессрочно

1. Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»: <https://dlib.eastview.com/>
2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ): URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp)
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar): URL: <https://scholar.google.ru/>
4. Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам: URL: <http://window.edu.ru/>
5. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»: URL: <http://www1.fips.ru/>
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/>
7. Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp>
8. Университетская информационная система РОССИЯ: <https://uisrussia.msu.ru>
9. Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»: <http://webofscience.com>
10. Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»: <http://scopus.com>
11. Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals: <http://link.springer.com/>
12. Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols: <http://www.springerprotocols.com/>
13. Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference: <http://www.springer.com/references>
14. Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН): <https://archive.neicon.ru/xmlui/>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Аудитории для лекционных и практических занятий	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации, модели кристаллических решеток, образцы для проведения практических занятий
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

<p>Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Специализированная мебель. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Специализированная мебель. Станочный парк оборудования и инструменты для профилактического обслуживания и ремонта учебного оборудования. Помещение для хранения учебного оборудования</p>