

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента  
 России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
 Зам. директора по образовательной  
 деятельности  
 Е.С. Авраменко  
 «07» \_\_\_\_\_ 2023 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ**

Перечень сведений о программе вступительных экзаменов в магистратуру	Учетные данные
<b>Направление подготовки</b> 22.04.01 – Материаловедение и технологии материалов	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 22.04.01
<b>Образовательная программа</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Перспективные конструкционные материалы и высокоэффективные технологии;</li> <li>• Физическое материаловедение специальных сплавов;</li> <li>• Материаловедение и технология обработки сплавов для аэрокосмических и медицинских изделий;</li> <li>• Материаловедение и технология конструкционных материалов</li> <li>• Материаловедение и технология материалов в атомной энергетике</li> <li>• Материалы и технологии водородной энергетики</li> </ul>	<b>Коды всех ОП</b> 22.04.01/33.01  22.04.01/33.02  22.04.01/33.03  22.04.01/33.03  22.04.01/33.06  22.04.01/33.07
<b>Уровень подготовки</b>	Магистр
<b>СУОС УрФУ в области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки»</b>	<b>Решение Ученого Совета УрФУ</b> Протокол №7 от 28 сентября 2020г. <b>Утвержден приказом ректора:</b> № 832/03 от 13.10.2020 г.

Екатеринбург, 2023

**Программа вступительных испытаний в магистратуру составлена авторами:**

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра / департамент
1	Швейкин Владимир Павлович	д.т.н.	Заведующий кафедрой	кафедра Металловедения
2	Попов Артемий Александрович	д.т.н.	Заведующий кафедрой	кафедра Термообработки и физики металлов

**Программа утверждена:**

**Учебно-методическим советом Института новых материалов и технологий**

Протокол № 20230303-01 от 03.03.2023 г.

Председатель УМС ИНМТ



О.Ю. Корниенко

Директор Института новых материалов и технологий



О.Ю. Шешуков

**АННОТАЦИЯ:**

Программа составлена в соответствии с требованиями Самостоятельного учебного образовательного стандарта, предъявляемых к подготовке поступающих в магистратуру по 22.04.01 – Металловедение и технологии материалов

Экзамен является трехкомпонентным, проводится в тестовой форме в соответствии с требованиями Приказа ректора УрФУ №252/03 от 15.03.2023 г. «О вступительных испытаниях по программам магистратуры».

**Цель вступительных испытаний** – обеспечить лицам, претендующим на поступление в УрФУ для освоения образовательной программы магистратуры, равные условия, вне зависимости от предыдущего документа о высшем образовании.

**Задача вступительных испытаний** состоит в том, чтобы выявить наличие готовности поступающего к обучению в магистратуре в части сформированности информационно-коммуникативной компетенции не ниже базового уровня и знания основного содержания профильных дисциплин.

**СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ ПО  
НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ**

**22.04.01 – Материаловедение и технологии материалов**

**1. Структура вступительного испытания в магистратуру**

	Раздел	Форма, время	Баллы
1	Тестирование, выявляющее наличие развитой коммуникативной компетенции на русском языке (работа с текстом научной публикации).	Компьютерное тестирование 30 минут	0 - 20
2	Полидисциплинарный тест для оценки сформированности общепрофессиональных компетенций с использованием банков заданий независимого тестового контроля.	Компьютерное тестирование 30 минут	0 - 30
3	Полидисциплинарный тест для оценки сформированности профессиональных компетенций.	Компьютерное тестирование 60 минут	0 - 50
	<b>Максимальный итоговый балл</b>		<b>100</b>

## 2. СОДЕРЖАНИЕ тестирования, выявляющего наличие развитой коммуникативной компетенции на русском языке

Прочитайте выдержки из статьи О.О. Смолиной "Способы повышения экоустойчивости урбанизированных территорий" и выполните задания

### Способы повышения экоустойчивости урбанизированных территорий

О.О.Смолина

**Аннотация.** (А) В статье предложены два способа повышения экоустойчивости городских территорий. (Б) Первый способ: создание наиболее благоприятных условий для произрастания элементов озеленения, второй – использование бионических малых архитектурных форм (и/или элементов городской среды) – объектов арборскультуры на территории застройки. (В) Первый способ нацелен на грамотное проектирование дендрологического плана земельного участка, поэтапное составление которого должно производиться с учетом следующих аспектов: экологического паспорта, аллелопатии, фитопатологии древесных растений, сводного плана инженерных сетей, схемы вертикальной планировки территорий, планировочной структуры и функциональной организации территории застройки. (Г) Основные положения первого способа повышения экоустойчивости территории вошли в научно-практические рекомендации.

**Ключевые слова:** экоустойчивость, озеленение, древесные растения, арборскультура, экологический паспорт, аллелопатия.

1. В условиях все возрастающей урбанизации и индустриализации возникает необходимость сохранения, поддержания и охраны природных ландшафтов, зеленых массивов и рекреационных зон. В связи с современными тенденциями стратегическое развитие территорий и поселений планируется проводить в ракурсе экоустойчивости. «Экоустойчивость» - это повышение социотехноэффективности ресурсопользования при эксплуатации урбанизированных территорий. Экоустойчивый анализ территории, в разрезе наполнения антропогенного ландшафта элементами «живой» среды, выявляет несколько выраженных векторов гуманизационной организации городского пространства, таких как сохранение флоры и фауны; охрана природного комплекса ради самой природы; обеспечение экологически безопасного развития общества относительно окружающей природной среды [1].

2. Для создания экологической устойчивости среды жизнедеятельности человека крайне важно рассмотреть способы учета интересов других живых видов и всей планеты в целом. Речь идет о недопустимости жестокой эксплуатации земли, уничтожении лесов, уничтожении мест обитания животных, развитии экономики и промышленности, изменяющей климат планеты. Целью нашего исследования является изучение способов озеленения городских территорий для разработки рекомендаций по устройству устойчивой, здоровой и социально ориентированной среды полноценной жизни человека в городе.

3. Первый способ повышения экоустойчивости территории застройки – создание наиболее благоприятных условий для произрастания элементов озеленения. При проектировании различных способов озеленения улиц (рядовая групповая посадка; зеленые островки регулирования движения транспорта и пешеходов; палисадники, аллеи, скверы, «карманные парки»; зеленые разделительные полосы; зеленые технические коридоры) нужно учитывать экологический паспорт, фитопатологию и аллелопатию каждого запроектированного элемента озеленения на дендрологическом плане земельного участка.

3.1. Экологический паспорт растений включает в себя данные о темпах роста, требований к почве, влажности и инсоляции территории, а также содержит сведения о газоустойчивости растений и др.

...После проведения анализа инженерных изысканий необходимо из существующего ассортимента древесных растений регионов России подобрать те виды, у которых требования к месту произрастания приближенно совпадают с градостроительными особенностями территории застройки.

3.2. Фитопатология древесных растений подробно рассмотрена доктором биологических наук, профессором И.И. Минкевичем. Рекомендуется в случае обнаружения заболевания у древесных и/или кустарниковых пород своевременно производить их лечение, посредством введения лекарственных препаратов через корни, надземные органы или инъекции в ствол. Для повышения устойчивости древесных растений к грибным болезням необходимо использовать биологически активные вещества – подкормку древесных растений [4].

3.3. «Аллелопатическое взаимодействие растений друг на друга можно подразделить на химическое и физическое. Под физическим взаимодействием подразумевается создание определенного микроклимата, когда более высокие растения создают частичное затенение и повышенную влажность для растений нижнего яруса. Химическое взаимодействие сводится к тому, что надземные части растений могут выделять пахучие вещества, отпугивающие вредителей, а корневые системы выделяют различные органические вещества, среди которых есть витамины, сахара, органические кислоты, ферменты, гормоны, фенольные соединения...» [5].

4. На этапе планировки территории следует изучить сводный план инженерных сетей, схему вертикальной застройки и функциональную организацию территории застройки. При посадке деревьев в зонах действия теплотрасс рекомендуется учитывать фактор прогревания почвы в обе стороны от оси теплотрассы. Для зоны интенсивного прогревания – до 2 м, среднего – 2-6, слабого – 6-10 м потребуются разные решения о выборе растений. У теплотрасс не рекомендуется размещать липу, клен, сирень, жимолость – ближе 2 м; тополь, боярышник, кизильник, дерен, лиственницу, березу – ближе 3-4 м [7]. Кроме того, вблизи элементов озеленения необходимо выполнять ограждающую конструкцию или высаживать древесные растения на подпорных стенках (для защиты от вандализма, повреждений уборочной техникой).

5. Вторым способом повышения экологической устойчивости является внедрение на территорию застройки бионических элементов благоустройства – объектов арборскульптуры. Арборскульптура – это искусство формирования из древесных растений различных архитектурно-художественных форм. Наблюдается активное выращивание бионических малых архитектурных форм за рубежом, а также возрастающий отечественный интерес к данному виду искусства [8]. Арборскульптурные объекты – это объекты живой природы, внедрение которых в городскую среду в качестве элементов бионического благоустройства способствует улучшению экологической обстановки на микро-, мезо- и, в перспективе, на макроуровне. Для повышения экологической устойчивости урбанизированных территорий необходимо создавать наиболее благоприятные условия для произрастания древесно-кустарниковых пород, а также внедрять объекты арборскульптуры на территории городской застройки.

### ***Литература***

1. Мурашко О.О. Технические приемы формирования объектов арборскульптуры // Вестн. ТГАСУ. 2015. № 3. С. 34-45.
4. Минкевич И.И., Дорофеева Т.Б., Ковязин В.Ф. Фитопатология. Болезни древесных растений и кустарниковых пород. СПб.: Лань, 2011.158 с.



5. Чекалина Н.В., Белова Т.А., Буданова Л.А., Березуцкая Т.В., Экспериментальное изучение аллелопатических взаимодействий на ранних стадиях развития растений // Материалы I междунар. науч.-практ. конф. Белгород, 2015. Ч. I. С. 120-122.

7. Авдоткин Л.Н., Лежава И.Г. Градостроительное проектирование. М.: Архитектура С, 2013. 589 с.

8. Gale B. The potential of living willow structures in the landscape. Title of dissertation. Master's thesis. State University of New York College of Environmental Science and Forestry Syracuse. New York, 2011.54 p.

О.О.Смолина. Способы повышения экоустойчивости урбанизированных территорий// Известия вузов. Строительство. 2017. № 11-12

### Задания

- Прочитайте аннотацию. На место пробела в данном ниже утверждении вставьте буквенное обозначение соответствующего предложения.

В утверждении, обозначенном в аннотации буквой  , автор указывает на практическую значимость своего исследования для специалистов по озеленению городских территорий.

- Установите соответствие тематики порядку расположения материала в статье.

Цель исследования

Проблема, требующая исследования

Учет особенностей территории

Способы практического применения результатов исследования

- Внесите на место пропуска в данном ниже утверждении найденное в тексте статьи ключевое слово.

В статье О.О.Смолиной рассмотрены не только перечисленные ею ключевые слова, но и понятие, не включенное в соответствующий раздел. В 5-ом абзаце текста речь ведется о внедрении элементов благоустройства и выращивании малых архитектурных форм, названных ключевым словом .

- Вернитесь к тексту абзаца 3.3. Заполните пропуск в тексте нашего утверждения ситуативно уместным словом.

Примером неблагоприятного аллелопатического взаимодействия растений является посадка березы рядом с растущими кустарниками, поскольку ее мощная корневая система потребляет много воды и обделяет в этом плане другие расположенные по соседству посадки. Этот тип аллелопатического взаимодействия растений друг на друга следует отнести к  , а не к  влиянию.

- Рассмотрите текст 4-ого абзаца. Вставьте на месте пропуска в данном ниже утверждении название публикации, на которую ссылается автор статьи.

Рекомендации по размещению деревьев и кустарников в зонах действия теплотрасс заимствованы О.О.Смолиной из монографии Л.Н. Авдоткина и И.Г. Лежавы .

- В тексте абзацев 3.1 – 3.3 найдите слово, обозначающее науку о лечении объектов растительного происхождения. Вставьте это слово в текст нашего утверждения.

Наука  изучает болезни деревьев, кустарников и других зеленых насаждений.

- Выберите правильный ответ из предложенных ниже вариантов

При составлении плана озеленения территории городской застройки О.О.Смолина предлагает проектировать зеленые массивы и рекреационные зоны. Но составление

- графика подкормки насаждений
- экологического паспорта растений
- перечня древесно-кустарниковых пород с учетом их воздействия друг на друга
- схемы расположения инженерных сетей

в число объектов планирования специалиста по озеленению НЕ входит.

### **3. СОДЕРЖАНИЕ полидисциплинарного теста для оценки сформированности общепрофессиональных компетенций**

#### **3.1. Математика:**

##### **3.1.1 Основные разделы и темы:**

- Системы линейных уравнений
- Матрицы и определители

##### **3.1.2 Рекомендуемая литература**

1. Кудрявцев Л.Д. Математический анализ, М.: Высшая школа, 1973.
2. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа, С-Пб.: Лань, 2010.
3. Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения, М.: Физматлит, 2005.

#### **3.2. Физика**

##### **3.2.1. Основные разделы и темы:**

- Динамика материальной точки.
- Физические основы молекулярной физики.
- Термодинамика

##### **3.2.2. Рекомендуемая литература**

1. Валишев М.Г. Физика: учебное пособие /М.Г. Валишев, А.А. Повзднер. – СПб: Изд. Лань, 2010. – 576 с.
2. Савельев, И.В. Курс общей физики = A course in general physics : учеб. пособие : / И. В. Савельев. – М.: Лань, 2011. – (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по физике).– Допущено Науч.-метод. советом по физике М-ва образования и науки РФ.– URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=707](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=707)
3. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики /В.С. Волькенштейн. – М.: Наука, 2008-2010. – 328 с.

#### **3.3. Химия**

##### **3.3.1. Основные разделы и темы:**

- Окислительно-восстановительные реакции.

##### **3.3.2. Рекомендуемая литература**

1. Глинка Н.Л. Общая химия: [учеб. пособие для нехим. спец. вузов] / Н.Л. Глинка. - М.: КНОРУС, 2010. 746 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия: учебник для вузов / Н.Л. Глинка. - М.: Юрайт, 2011. 898 с.

3. Хаханина Т.И. Неорганическая химия: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. специальностям / Т.И. Хаханина, Н.Г. Никитина, В.И. Гребенькова. - Москва: Юрайт, 2010. - 288 с.

4. Будяк Е.В. Общая химия: учеб.-метод. пособие / Е.В. Будяк . - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011. 384 с.

5. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия: Учеб. для вузов / Я.А. Угай. - СПб.[и др]: Лань, 2011. 527 с.

6. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия: учеб. для технол. и хим.-технол. направлений подгот. бакалавров и магистров / Н.Н. Павлов . - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар: Лань, 2011. 496 с.

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ полидисциплинарного теста для оценки сформированности профессиональных компетенций**

##### **4.1. Физико-механические свойства материалов**

###### **4.1.1. Основные разделы и темы:**

- **Упругость и неполная упругость металлов.**

Основные понятия и определения. Напряженное состояние. Нормальные и касательные напряжения. Деформированное состояние. Характеристики деформации. Условные и истинные характеристики. Элементарный и обобщенный закон Гука. Физический смысл модулей упругости. Неупругость. Прямое и обратное упругое последствие. Микропластическая деформация. Эффект Баушингера. Внутреннее трение.

- **Пластическая деформация и упрочнение.**

Основные теории прочности и пластичности. Пластичность монокристаллов. Приведенное напряжение сдвига. Закон Шмида-Боаса. Теоретическая прочность. Оценка склонности к хрупкому и вязкому разрушению. Деформационное упрочнение монокристаллов и его основные закономерности. Диаграммы деформации монокристаллов. Диаграммы деформации поликристаллов. Влияние границ зерен и субзерен на упрочнение. Влияние величины зерна на механические свойства. Механизмы упрочнения. Сверхпластичность и условия её проявления.

- **Техника механических испытаний**

Классификация механических испытаний. Испытание на растяжение. Первичные и истинные диаграммы. Основные характеристики прочности и пластичности при растяжении. Испытания при сжатии, изгибе, кручении. Схемы и образцы. Методика определения ударной вязкости.

- **Разрушение.**

Испытания образцов с концентраторами напряжений. Фрактография. Виды разрушения. Хрупкое разрушение. Фрактография хрупкого разрушения. Вязкое разрушение. Зарождение и распространение вязкой трещины. Фрактография вязкого разрушения. Динамические испытания. Переход от вязкого разрушения к хрупкому. Хладноломкость. Влияние внешних факторов, структуры и состава сплава на процесс разрушения. Разрушение в условиях проявления эффекта Ребиндера. Теория Гриффитса и её развитие. Критическая интенсивность напряжений. Зарождение и распространение хрупкой трещины. Вязкость разрушения. К-критерий. J-интеграл. Влияние химического состава, параметров структуры на вязкость разрушения

- **Специальные механические испытания.**

Твердость металлов. Определение твердости по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу. Определение микротвердости. Другие методы определения твердости. Явление усталости. Разрушение конструкций под действием циклических напряжений. Характеристики циклического нагружения. Испытания на выносливость. Диаграммы циклической трещиностойкости. Термическая усталость. Определение жаропрочности. Ползучесть и релаксация напряжений. Диаграммы и стадии ползучести. Испытания на ползучесть и



длительную прочность. Машины для испытания. Изнашивание металлов. Другие виды изнашивания: коррозионное, окислительное, кавитационное. Испытания на износ. Методы исследования поверхностной прочности. Характеристики износостойкости.

- **Основы электронной теории металлов**

Строение непереходных и переходных металлов. Современная модель металла. Квантовая теория свободных электронов. Энергетические состояния электронов в волновом пространстве. Зонная модель энергетического спектра. Зоны Бриллюэна в К-пространстве. Поверхность Ферми. Зонная структура металлов конкретных групп.

- **Виды межатомной связи и фазы в сплавах**

Природа сил межатомного взаимодействия. Типы связей. Ионная связь. Структура и свойства ионных кристаллов. Ковалентная связь. Связь в молекуле водорода. Металлическая связь, ее особенности. Межатомное взаимодействие в кристаллах переходных металлов. Свойства металлических кристаллов. Твердые растворы замещения. Параметры несоответствия. Упорядоченные твердые растворы. Ближний и дальний порядок, их параметры. Типы сверхструктур. К-состояние. Твердые растворы внедрения. Межатомная связь и структура фаз внедрения. Металлические соединения. Электронные соединения. Зонная теория и фазы Юм-Розери.

- **Электрические свойства**

Электропроводность чистых металлов, его зависимость от температуры. Рассеяние электронов на дефектах как источник сопротивления. Электрические свойства твердых растворов, различных фаз и гетерогенных сплавов. Методы измерения электросопротивления: мостовой, потенциометрический, индуктивный. Применение электрического анализа для исследования фазовых равновесий и превращений в сплавах. Сплавы для проводников и элементов сопротивления. Термоэлектрические эффекты. Использование метода термоЭДС в металловедении. Металлы и сплавы для термопар.

- **Тепловые свойства**

Температура, теплоемкость, теплосодержание. Квантовая теория теплоемкости Дебая. Основные составляющие теплоемкости металла. Теплоемкость сплавов. Методы определения тепловых свойств. Простой и дифференциальный термический анализ. Калориметрический анализ определение тепловых эффектов фазовых превращений, накопленной энергии деформации. Изменение тепловых свойств при фазовых и структурных превращениях. Решение задач материаловедения методом термического и калориметрического анализа. Теплопроводность металлов и сплавов. Электронная и решеточная составляющие теплопроводности. Методы измерения теплопроводности.

- **Магнитные свойства**

Классификация магнетиков. Магнитный момент атома. Физическая природа диамагнетизма и парамагнетизма. Изменение магнитной восприимчивости при полиморфных превращениях, деформации. Диа- и парамагнитные свойства металлических фаз и гетерогенных сплавов и методы их измерения. Ферромагнетизм. Кривая намагничивания и петля гистерезиса. Природа ферромагнетизма. Изменение свойств ферромагнетиков с температурой, точка Кюри. Энергия ферромагнитного состояния. Доменная структура. Процесс намагничивания ферромагнетиков. Теория коэрцитивной силы. Методы измерения магнитных свойств. Баллистический метод. Магнитометрический метод и магнитометры. Коэрцитиметры. Код раздела, темы Раздел, тема дисциплины Содержание Методы измерения в замкнутой цепи. Ферромагнитные свойства металлов, фаз и гетерогенных сплавов. Применение магнитного анализа для изучения фазовых равновесий и превращений. Магнитные материалы.

- **Термическое расширение и плотность**

Ангармонизм колебаний и тепловое расширение. Дилатометрический анализ и его применение в материаловедении. Особенности расширения ферромагнитных сплавов. Сплавы с заданным коэффициентом термического расширения. Плотность и применение методов ее измерения в материаловедении

#### 4.1.2. Литература для подготовки

1. Механические свойства металлов : Учебник для вузов по специальности "Металловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов" / В. С. Золоторевский .—2-е изд., перераб. и доп. — М. : Metallurgy, 1983 .— 350 с. : ил. ; 21 см .— Предм. указ.: с. 348-350. — Библиогр.: с. 347. — допущено в качестве учебника .— 1.00. – 26 экз.

2. Материаловедение : учебник / В. Б. Арзамасов, А. А. Черепяхин .— Москва : Экзамен, 2009 .— 350 с. : ил. ; 20 см .— (Учебник для вузов) .— Глоссарий : с. 346-349. — Библиогр.: с. 350.

3. Механические свойства металлов : Учебник для вузов / М. Л. Бернштейн, В. А. Займовский .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Metallurgy, 1979 .— 495 с. – 42 экз.

4. Деформация и механика разрушения конструкционных материалов / Р. В. Херцберг; пер. с англ. А. М. Бернштейна под ред. М. Л. Берштейна, С. П. Ефименко .—Москва : Metallurgy, 1989 .— 575 с.

5. Прочность сплавов : Учеб. пособие для вузов по специальности "Физика металлов". Ч. 1. Дефекты решетки / М. А. Штремель .— М. : Metallurgy, 1982 .— 280 с. : ил. 14; 20 см .— Библиогр.: с. 267-276 (275 назв.).

6. Физическое материаловедение : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 651300 "Metallurgy" / С. В. Грачев, В. Р. Бараз, А. А. Богатов, В. П. Швейкин .— Изд. 2-е, перераб. и доп. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009 .— 548 с. : ил. ; 23 см .— Предм. указ.: с. 544-547. — Библиогр.: с. 542-543.

7. Металловедение : учеб. для вузов / А. П. Гуляев .— 6-е изд., перераб. и доп .— Москва : Metallurgy, 1986 .— 541 с.

8. Металловедение и термическая обработка металлов : Учеб. для металлург. спец. вузов.— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Metallurgy, 1984 .— 359 с. ; 22 см .— допущено в качестве учебника .— 1.20. – 70 экз.

9. Физическое материаловедение : В 3 т. Т. 2. Фазовые превращения в металлах и сплавах и сплавы с особыми физическими свойствами / Д. П. Гаскелл, А. Д. Пелтон, Дж. Л. Бокэ и др. / Под ред. Р. У. Кана, П. Хаазена; Пер. с англ. под ред. О. В. Абрамова, А. В. Серебрякова .— М. : Metallurgy, 1987 .— 621 с.

10. Физическое материаловедение : В 3 т. Т. 3. Физико-механические свойства металлов и сплавов / Г. Й. Волленбергер, Дж. П. Хирт, Дж. Виртман и др. / Под ред. Р. У. Кана, П. Хаазена; Пер. с англ. под ред. О. В. Абрамова и др. — М. : Metallurgy, 1987 .— 661 с.

11. Физическое материаловедение титана / Б. А. Колачев .— М. : Metallurgy, 1976 .

## 4.2. Материаловедение и термическая обработка

### 4.2.1. Основные разделы и темы:

- Атомно-кристаллическое строение металлических материалов. Металлическое состояние вещества. Кристаллическая решетка и ее описание. Классификация кристаллов по типу химической связи: металлы, ионные кристаллы, ковалентные кристаллы, молекулярные кристаллы. Анизотропия кристаллов. Типы кристаллических решеток металлов. Параметры кристаллической решетки: период решетки.
- Основы теории кристаллизации металлов. Кристаллизация чистых металлов. Особенности свойств металлов в жидком и твердом состояниях. Понятие о ближнем и дальнем порядке. Условие равновесия фаз в однокомпонентной системе. Переохлаждение. Понятие о теоретической и фактической температурах кристаллизации. Параметры кристаллизации – скорость зарождения центров и скорость роста. Гомогенная кристаллизация. Понятие о критическом зародыше. Гетерогенное зарождение. Влияние примесей на процесс кристаллизации. Модифицирование и модификаторы. Величина зерна кристаллизующегося металла. Кристаллизация и структура слитка (отливки). Дефекты строения слитка, обусловленные особенностями кристаллизации.

- Фазы в сплавах. Определение фазы, компонента, системы. Правило фаз Гиббса. Механические смеси. Твердые растворы замещения. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Упорядоченные твердые растворы. Твердые растворы внедрения. Роль размерного фактора. Промежуточные фазы, их разновидности. Свойства электронных соединений, типы кристаллической решетки. Фазы внедрения (карбиды, гидриды, нитриды и бориды). Фазы вычитания. Фазовые и структурные составляющие в сплавах.
- Диаграммы состояния сплавов. Принципы и методы построения диаграмм состояния двойных систем. Термические кривые для чистых сплавов и различных сплавов. Правило рычага. Различные виды диаграмм состояния и их анализ: с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии; с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии и наличием эвтектического или перитектического превращения; с отсутствием растворимости в твердом состоянии и наличием эвтектического превращения; с образованием промежуточной фазы и с перитектическим превращением; с полиморфным превращением компонентов при наличии эвтектоидного и перитектоидного превращения; с расслоением жидкой фазы и наличием монотектического превращения. Фазовые превращения в сплавах при нагреве и охлаждении. Фазовые и структурные составляющие сплавов.
- Особенности процесса затвердевания в неравновесных условиях. Ликвация в сплавах. Внутрикристаллическая ликвация (ВКЛ). Коэффициент ликвации. Влияние ликвации на структуру и свойства. Факторы, влияющие на развитие ВКЛ. Ее устранение путем термической обработки. Зональная ликвация, прямая и обратная. Ликвация по удельному весу и вследствие расслоения. Меры борьбы.
- Диаграммы состояния системы железо-углерод. Полиморфные превращения в железе. Метастабильная диаграмма состояния системы железо-цементит. Доэвтектоидные и заэвтектоидные стали. Белые доэвтектические и заэвтектические чугуны. Структурные составляющие сталей и белых чугунов, их характеристика и свойства. Стабильная диаграмма системы железо-графит. Фазовые превращения в сталях и чугунах при нагреве и охлаждении.
- Особенности фазовых превращений в твердом состоянии. Понятие термической обработки металлов. Изотермические и термокинетические диаграммы превращения. Конструктивная прочность металлов и сплавов и пути ее повышения. Роль термообработки в получении заданных свойств, повышении качества и долговечности металлических материалов. Взаимосвязь легирования и термообработки. Выбор материала и режима термообработки применительно к конкретным изделиям. Классификация видов термической обработки.
- Мартенситное превращение. Понятие о мартенситном превращении как бездиффузионном, сдвиговом, кооперативном. Основные структурные типы мартенсита.
- Бейнитное превращение. Структурные формы продуктов промежуточного превращения, их фазовый состав. Кинетика бейнитного превращения; зависимость полноты распада от температуры изотермической выдержки. Изменение состава аустенита в процессе бейнитного превращения.
- Превращения аустенита при непрерывном охлаждении. Понятие о критических скоростях охлаждения. Формирование структуры и свойства продуктов распада аустенита при различных скоростях охлаждения. Количественное соотношение между различными структурными составляющими в зависимости от скорости охлаждения. Термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита.
- Основные операции термической обработки сталей и сплавов. Отжиг I-го рода. Гомогенизационный (диффузионный) отжиг. Дорекристаллизационный и рекристаллизационный отжиги.

- Отжиг II-го рода. Полный перекристаллизационный отжиг. Области применения (отливки, поковки, штамповки, сварные изделия). Режимы полного отжига для простых углеродистых и легированных сталей. Принципы выбора температуры нагрева. Связь условий охлаждения при отжиге с устойчивостью аустенита обрабатываемых сталей. Изменение структуры и свойств в результате полного отжига. Неполный отжиг. Назначение и применение в практике термической обработки. Изотермический отжиг. Нормализация доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей. Формирование структуры стали при нормализации в соответствии с термокинетическими диаграммами распада переохлажденного аустенита. Свойства нормализованных сталей.
- Закалка без полиморфного превращения. Закалка с фиксацией высокотемпературного состояния. Изменение растворимости второй фазы в твердом растворе. Выбор режимов нагрева и охлаждения. Изменение свойств при закалке без полиморфного превращения. Назначение и области применения. Примеры использования закалки без полиморфного превращения для сплавов на основе железа и для цветных сплавов.
- Закалка с полиморфным превращением. Выбор условий нагрева для углеродистых сталей: доэвтектоидных и заэвтектоидных. Выбор скорости охлаждения в зависимости от устойчивости переохлажденного аустенита, размеров деталей. Требования, предъявляемые к закалочным средам. Методы закалки. Прокаливаемость и закаливаемость сталей. Факторы, определяющие прокаливаемость. Критерии прокаливаемости. Методы определения прокаливаемости. Практическое значение прокаливаемости. Классификация сталей по прокаливаемости. Методы поверхностной закалки сталей.
- Старение пересыщенных твердых растворов. Кинетика выделений при старении. Коагуляция. Возврат после старения. Изменение свойств сплавов при старении. Природа упрочнения при старении. Влияние продолжительности и температуры старения, состава сплавов в двойных и тройных системах на упрочнение при старении. Естественное и искусственное старение. Выбор оптимальных режимов старения.
- Отпуск закаленной стали. Назначение отпуска по температурным режимам. Превращения при нагреве закаленной стали. Изменение структуры и свойств при отпуске в связи с протекающими процессами. Факторы, определяющие свойства стали в низкоотпущенном и высокоотпущенном состоянии. Хрупкость сталей при отпуске. Обратимая и необратимая отпускная хрупкость.

#### 4.2.2. Литература для подготовки

1. Материаловедение: учеб. для техн. вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. — 5-е изд., стер. — Москва: Альянс, 2009. — 528 с.
2. Физическое материаловедение: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 651300 "Металлургия" / С. В. Грачев, В. Р. Бараз, А. А. Богатов, В. П. Швейкин. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. — 548 с.
3. Материаловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Материаловедение и терм. обраб. металлов" / Б. А. Колачев, В. И. Елагин, В. А. Ливанов. — Изд. 4-е, перераб. и доп. — Москва: МИСИС, 2005. — 432 с.
4. Материаловедение: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. и специальностям в обл. техники и технологии / [Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин [и др.]; под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина. — 7-е изд., стер. — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. — 648 с.

5. Новиков И. И. Теория термической обработки. Учебник М.: Металлургия, 1986. — 480 с.
6. Металловедение и термическая обработка стали и чугуна. Справочник в 3-х томах. Под ред. А. Г. Рахштадта, Л. М. Капуткиной, С. Д. Прокошкина, А. В. Супова Т. 2. Строение чугуна и стали. М.: Интернет инжиниринг, 2005. — 528 с.
7. Селиванова О. В. Структура материалов и методы ее исследования. Кристаллизация материалов. Двойные сплавы: учебное пособие: Рекомендовано методическим советом Уральского федерального университета для студентов вуза, обучающихся по направлениям: 22.03.02 «Металлургия» и 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» / О. В. Селиванова, О. А. Оленева, С. В. Беликов; научный редактор А. А. Попов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2017. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-2170-4. <http://elar.urfu.ru/handle/10995/52393>.

### 4.3. Кристаллография и дефекты кристаллического строения

#### 4.3.1. Основные разделы и темы:

- Атомно-кристаллическое строение материалов в твердом состоянии. Кристаллическая решетка и ее описание. Параметры кристаллической решетки. Типы кристаллических решеток металлов. Индексы Миллера.
- Совершенный и несовершенный кристалл. Дефекты кристаллического строения и их влияние на свойства металлов. Классификация дефектов.
- Виды точечных дефектов. Вакансия, ее энергия. Равновесная концентрация вакансий. Источники и стоки вакансий. Миграция вакансий. Атомы внедрения. Атомы замещения. Комплексы точечных дефектов.
- Линейные дефекты. Определение дислокации. Контур Бюргерса и вектор Бюргерса. Плоскость скольжения дислокации. Краевая, винтовая и смешанная дислокации. Движение дислокаций: скольжение и переползание краевой дислокации, поперечное скольжение винтовой дислокации. движение смешанной дислокации. Плоский и пространственный источники Франка-Рида. Поле напряжений дислокации. Силы, действующие на дислокацию в поле внешних напряжений. Упругое взаимодействие параллельных дислокаций в одной плоскости. Плоское дислокационное скопление. Взаимодействие дислокаций в параллельных плоскостях скольжения. Образование точечных дефектов при аннигиляции дислокаций. Дислокационные стенки и диполи. Контактное взаимодействие дислокаций. Пересечение дислокаций. Движение дислокаций с порогами. Дислокации в металлических кристаллах: единичные частичные дислокации, системы скольжения дислокаций, дислокационные реакции, критерий Франка, образование барьера Ломер-Коттрелла.
- Поверхностные дефекты. Большеугловые границы. Структура большеугловых границ, зернограницные дислокации и ступеньки. Специальные границы. Решетка совпадающих узлов. Энергия произвольных и специальных большеугловых границ. Граница наклона кручения. Дислокационные модели малоугловых границ. Энергия малоугловой границы. Межфазные границы когерентные и некогерентные.

#### 4.3.2. Литература для подготовки

1. Бараз, Владислав Рувимович. Строение и физические свойства кристаллов: учебное пособие / В. Р. Бараз, В. П. Левченко, А. А. Повзнер; науч. ред. Ф. А. Сидоренко; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. — 164 с.



2. Петров, Александр Николаевич. Твердые материалы. Химия дефектов. Структура и свойства твердых тел: [учеб. пособие для вузов] / А. Н. Петров. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. — 168 с.
3. Новиков, Илья Изриэлович. Дефекты кристаллического строения металлов: Учеб. пособие для вузов / И. И. Новиков. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Металлургия, 1983. — 232 с.
4. Ермаков, Сергей Степанович. Физика металлов и дефекты кристаллического строения: Учеб. пособие / С. С. Ермаков; Ленингр. политехн. ин-т. — Л.: ЛГУ, 1989. — 272 с.

**Демовариант комплексного теста размещен на сайте**

**<https://magister.urfu.ru/ru/programs/>**