





## 1 Цель вступительного испытания

Настоящая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по программе магистратуры, соответствующей направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.

Цель вступительного испытания: определить теоретическую и практическую подготовленность поступающего к успешному освоению основной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.

Поступающий должен подтвердить наличие (сформированность) общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций на уровне бакалавра, достаточных для обучения по данной магистерской программе.

## 2 Форма и структура вступительного испытания

Форма проведения вступительного испытания: тест.

Тест состоит из 3 частей:

- часть 1 включает 20 тестовых вопросов закрытого типа;
- часть 2 – состоит из 3 заданий со свободно конструируемым ответом
- часть 3 – ситуационная (кейс) задача.

## 3 Шкала оценивания и минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания

Структурная часть теста	Тип задания	Максимальное количество баллов
Часть 1	20 тестовых вопросов	40 баллов (2 балл за 1 правильный ответ)
Часть 2	3 задания со свободно конструируемым ответом	30 баллов (10 баллов за 1 правильный ответ)
Часть 3	ситуационная (кейс) задача	30 баллов

При начислении количества баллов за выполнение задачи части 3 используются следующие критерии:

- правильность ответа по содержанию задания (количество баллов – 20);
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной задачи (количество баллов - 10).

Вступительное испытание считается непройденным (выполненным на «неудовлетворительно»), если абитуриент получил суммарно менее 50 баллов.

## 3 Содержание вступительного испытания

Тема 1. Атомно-кристаллическое строение металлов.



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.

Тема 2. Основы теории кристаллизации металлов.

Термодинамические условия процесса кристаллизации. Механизм процесса кристаллизации. Гомогенный и гетерогенный механизм кристаллизации. Роль объемной и поверхностной энергии. Влияние степени переохлаждения на величину критического зародышевого центра. Роль готовых поверхностей раздела при гетерогенной кристаллизации. Параметры кристаллизации и влияние степени переохлаждения на их изменение. Условия получения мелкозернистой структуры металла при кристаллизации. Модифицирование.

Строение металлического слитка. Изменение объема металла при кристаллизации. Виды дефектов слитка. Получение монокристаллов.

Тема 3. Реальное строение закристаллизовавшегося металла. Дефекты кристаллического строения.

Строение реальных кристаллов. Классификация дефектов кристаллического строения. Точечные дефекты. Основные положения теории дислокаций. Теоретическая и практическая прочность.

Монокристаллы и поликристаллы. Большеугловые и малоугловые границы зерен. Влияние примесных атомов и выделившихся частиц, границ зерен и блоков, дефектов упаковки.

Тема 4. Основные закономерности деформации металлов.

Особенности упругого деформирования. Закон Гука. Модули упругости, методы их определения. Факторы, влияющие на модули упругости.

Особенности пластического деформирования материалов. Деформация скольжением. Структура деформированных металлов и сплавов. Формирование текстуры деформации. Особенности изменения механических свойств в результате пластической деформации. Эффект деформационного упрочнения, его причины. Особенности деформационного наклепа моно- и поликристаллических материалов.

Сущность явления наклепа. Техническое значение наклепа. Сверхпластичность металлов. Методы получения сверхпластичного состояния.

Тема 5. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированных металлов

Метастабильное состояние металла. Явление возврата (отдых, полигонизация) и его влияние на структуру и свойства металла. Механизм и движущие силы процесса.

Первичная рекристаллизация. Механизм и температура начала рекристаллизации. Собирающая рекристаллизация. Явление вторичной рекристаллизации. Диаграмма рекристаллизации. Размер зерна металла после рекристаллизационного отжига. Факторы, влияющие на размер зерна.



Текстура рекристаллизации. Изменение свойств металла после рекристаллизационного отжига.

Понятие горячей пластической деформации. Процессы динамической полигонизации и рекристаллизации. Значение рекристаллизации при операциях ОМД.

Тема 6. Методы исследований и испытания материалов

Способы изучения структуры материалов. Оптическая и электронная микроскопия. Дифракционные методы изучения структуры. Использование измерений физических свойств материалов для изучения структуры.

Механические свойства. Стандартные методы испытаний механических свойств. Статические испытания. Характеристики механических свойств. Испытания на ударный изгиб. Методы определения твердости. Испытания на усталость. Ползучесть.

Тема 7 Разрушение

Основные виды разрушения – хрупкое и вязкое. Модели зарождения и распространения трещин. Классификация трещин по размерному признаку и по способу обнаружения.

Вязкое разрушение. Возможные виды вязкого разрушения. Характер излома. Роль типа кристаллической решетки.

Хрупкое разрушение. Понятие о трещине и критическом напряжении Гриффитса. Стадии хрупкого разрушения. Переход от вязкого разрушения к хрупкому. Схема А.Ф. Иоффе. Количественные показатели вида разрушения. Критический коэффициент интенсивности напряжений  $K_{1C}$ . Способы борьбы с хрупким разрушением.

Усталостное разрушение. Особенности усталостного излома. Влияние внешней среды на разрушение. Эффект Ребиндера.

Тема 8. Фазы в сплавах

Определения фазы, компонента, системы. Правило фаз Гиббса.

Механические смеси. Твердые растворы замещения, внедрения, вычитания. Упорядоченные твердые растворы.

Химические соединения. Промежуточные фазы. Электронные соединения. Фазы внедрения и их свойства. Карбиды, гидриды, нитриды и бориды. Диффузия в сплавах.

Пути упрочнения сплавов. Механизмы упрочнения: напряжение трения решетки, твердорастворное, дислокационное и зернограничное упрочнения.

Тема 9. Диаграммы состояния сплавов

Понятие о диаграммах состояния, их основные типы. Методы построения диаграмм состояния. Основные типы фаз в металлических системах. Основные типы структурных составляющих, условия их образования. Диаграммы с ограниченной и не ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Эвтектические, перитектические и эвтектоидные превращения. Диаграммы с полиморфным превращением компонентов.

Тема 10. Диаграмма состояния железо-углерод. Железо и сплавы на его основе



Диаграмма состояния «железо - цементит». Полиморфные превращения в железе. Цементит.

Сплавы железа с различным содержанием углерода – техническое железо, стали и чугуны. Классификация железоуглеродистых сплавов по структуре в равновесном состоянии. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей.

Легирующие элементы в сталях. Распределение легирующих элементов в стали. Карбидообразующие элементы.

Классификация сталей. Виды классификации сталей. Маркировка сталей.

Классификация чугунов по форме графитных включений и строению металлической основы. Процесс графитизации и влияние углерода, кремния, марганца и легирующих элементов на процесс графитизации. Свойства серого, ковкого и высокопрочного чугунов. Маркировка чугунов.

Тема 11. Термическая обработка

Общие положения о термической обработке. Классификация видов термической обработки. Отжиг 1 2 рода. Закалка с полиморфным и без полиморфного превращения. Виды закалки.

Отпуск и его виды. Старение. Структурные изменения, механизмы термического упрочнения. Практика термической обработки.

Тема 12 Сплавы на основе цветных металлов

Классификация и характеристики магниевых сплавов. Деформируемые и литейные магниевые сплавы. Маркировка и применение магниевых сплавов.

Основные свойства алюминия. Классификация алюминиевых сплавов. Деформируемые и литейные алюминиевые сплавы. Маркировка и применение алюминиевых сплавов.

Основные свойства меди. Латунь. Бронзы (оловянные, алюминиевые, кремнистые, свинцовые, бериллиевые).

Основные свойства титана. Фазовые превращения в титановых сплавах. Промышленные титановые сплавы. Применение титановых сплавов.

Тема 13. Неметаллические материалы. Пластические массы.

Общие сведения о неметаллических материалах. Классификация полимеров. Особенности свойств полимерных материалов.

Состав, классификация и свойства пластмасс. Термопластичные пластмассы. Терморезистивные пластмассы. Газонаполненные пластмассы. Экономическая эффективность применения пластмасс.

Тема 14. Композиционные материалы с неметаллической матрицей.

Общие сведения, состав и классификация композиционные материалы с неметаллической матрицей. Карбо волокниты. Бороволокниты. Органоволокниты.

Тема 15. Резиновые материалы. Клеящие материалы и герметики



Общие сведения, состав и классификация резин. Резины общего назначения. Резины специального назначения. Влияние факторов эксплуатации на свойства резин.

Общие сведения, состав и классификация пленкообразующих материалов. Конструкционные смоляные и резиновые клеи. Неорганические клеи. Свойства клеевых соединений. Герметики.

Тема 16. Неорганические материалы.

Графит: строение, структура, свойства. Неорганическое стекло (аморфные материалы). Ситаллы (стеклокристаллические материалы). Керамические материалы.

#### 4 Образцы заданий

##### Примеры типовых заданий теста части 1

Выберите один правильный вариант ответа:

1. Важнейшими характерными физическими свойствами металлов являются:

а) низкие электро- и теплопроводность, пластичность, металлический блеск;

б) высокие электро- и теплопроводность, пластичность, металлический блеск;

в) при обычных условиях могут быть газообразными, жидкими и твердыми веществами;

г) не проводят электричество, в твердом агрегатном состоянии не обладают пластичностью.

2. Способность материала сопротивляться действию внешних сил, не разрушаясь, называется ...

а) прочностью;

б) пластичностью;

в) вязкостью;

г) жесткостью.

3. Из чего состоит атом?

а) ядра и электронов;

б) протонов;

в) нейтронов;

г) ионов.

4. Аморфные тела это ...

а) твердые тела, которые не имеют кристаллической структуры.

б) твердые тела, имеющие упорядоченное расположение атомов или молекул в объеме;

в) тела, имеющие двойственный характер: они проявляют как кислотные, так и основные свойства;

г) тела, проявляющие в зависимости от условий как кислотные, так и основные свойства.

5. Какое вещество имеет кристаллическую решетку:



- а) алмаз;
- б) смола;
- в) стекло;
- г) эбонит.

### Примеры типовых заданий теста части 2

1. Типы кристаллических решеток металлов и их характеристика.
2. Явление возврата (отдых, полигонизация) и его влияние на структуру и свойства металла.
3. Перечислите методы, используемые для исследований структуры материалов.
4. Укажите основные механические характеристики материалов (твердость, прочность и пластичность, ударная вязкость); методы их определения; обозначения; размерность.
5. Укажите типы твердых растворов в сплавах и охарактеризуйте их.

### Примеры типовых задач части 3

1. Детали изготовлена из стали 40. Химический состав стали 40 приведен ниже в таблице.

C	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	As	S	P
0,37-0,45	0,17-0,37	0,5 - 0,8	до 0,25	до 0,25	до 0,3	до 0,08	до 0,035	до 0,035

Используя диаграмму состояния Fe- Fe<sub>3</sub>C (рисунок), определить температуру ликвидуса и солидуса для данной стали и фазовый состав стали 40 при температуре 1350°C.

Две детали из стали 40 были подвергнуты закалке: одна – с температуры 760°C, другая – с 840 °C. Укажите, какая из этих деталей будет иметь более высокую твердость и объясните почему.

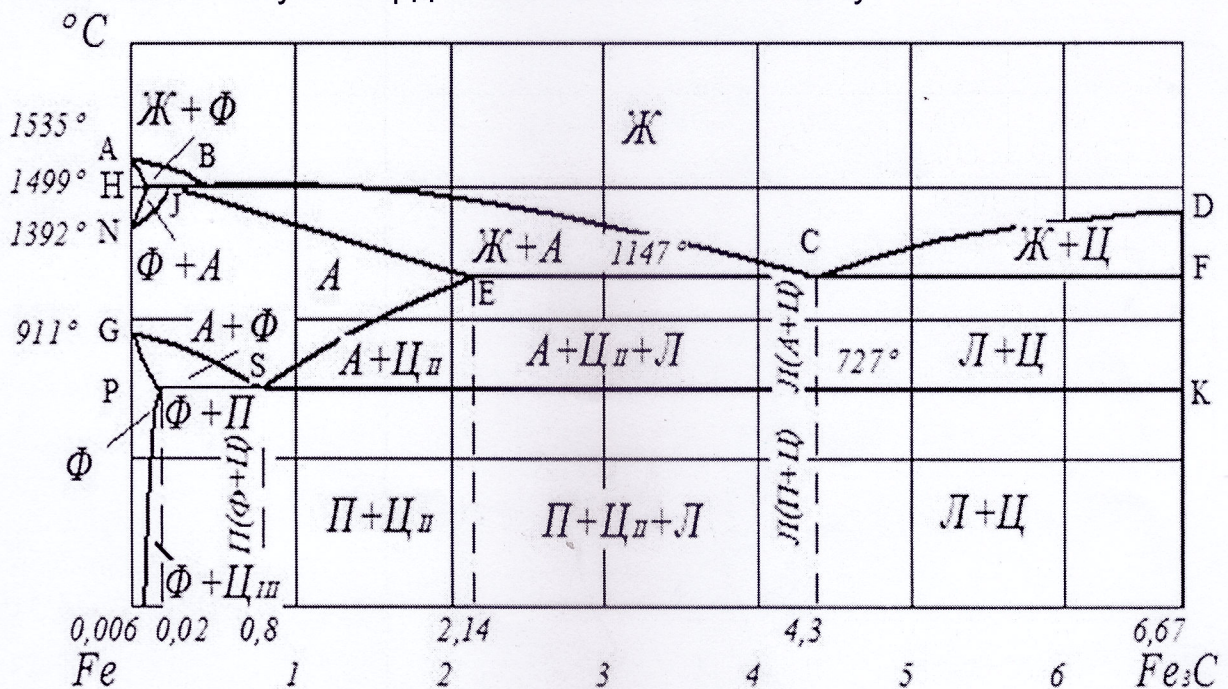


Диаграмма состояния Fe- Fe<sub>3</sub>C



Оцените свариваемость стали 40 по ее углеродному эквиваленту. Для расчета  $C_{экв}$  использовать формулу, приведенную ниже.

$$C_{экв} = C + \frac{Si}{24} + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2}$$

2. Автосцепки вагонов на железнодорожном транспорте изготавливаются из литых сталей. Для повышения механических свойств отливки подвергают термической обработке. Выберите марку стали и обоснуйте режим термической обработки, если временное сопротивление разрыву должно быть не ниже 343 МПа. Укажите структуру и механические свойства стали после литья и после термической обработки.

3. Получение заготовок горячей деформацией является производительным способом обработки. Выберите марку стали для изготовления крупного молотого штампа; рекомендуйте режим термической обработки штампа, укажите микроструктуру и механические свойства стали после отпуска. Объясните, почему подобные штампы не следует изготавливать из углеродистой стали.

## 5 Рекомендуемая литература

### а) основная литература:

1. Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко ; науч. ред. Л.А. Алешина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Техносфера, 2012. – 560 с. – (Мир физики и техники). – ISBN 978-5-94836-327-1 ; То же. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466>.

2. Физические свойства материалов : учебное пособие / В.И. Грызунов, Т.И. Грызунова, О.А. Клецова и др. – 2-е изд., стер. - Москва : Флинта, 2015. – 248 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9765-2404-0 ; То же. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461082>.

3. Лахтин, Ю.М. Материаловедение : учебник для вузов / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Альянс, 2013. – 528 с. : ил.

4. Металловедение : учеб. В 2 т. Т. 2. Термическая обработка. Сплавы : учебник / Новиков И.И., Золоторевский В.С., Портной В.К. [и др.]. – Москва : МИСиС, 2014. – 528 с. – ISBN 978-5-87623-217-5. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876232175.html>

5. Давыдов, С. В. Материаловедение : учебное пособие / С. В. Давыдов, Д. А. Болдырев, Л. И. Попова, М. Н. Тюръков. – Москва : Инфра-Инженерия, 2020. – 424 с. – ISBN 978-5-9729-0417-4. – Текст : электронный – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972904174.html>.



## **б) дополнительная литература:**

1. Солнцев, Ю. П. *Материаловедение : учебник для вузов / Солнцев Ю. П. Пряхин Е. И. – Изд. 6-е, стереотип. – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. – 784 с. – ISBN 978-5-93808-294-6. – Текст : электронный – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082946.html>.*
2. Варгасов, Н. Р. *Материаловедение : учебное пособие / Н. Р. Варгасов, М. М. Радкевич. – Москва : Инфра-Инженерия, 2022. – 208 с. – ISBN 978-5-9729-0946-9. – Текст : электронный URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972909469.html>.*
3. Третьяков, А. Ф. *Материаловедение и технологии обработки материалов : учебное пособие / А. Ф. Третьяков, Л. В. Тарасенко. – 2-е изд. испр. и доп. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. – 557 с. – ISBN 978-5-7038-4921-7. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703849217.html>.*
4. 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>.*
5. Козловский, А. Э. *Термическая обработка углеродистых сталей : учебное пособие / Козловский А. Э. – Иваново : Иван. гос. хим. -технол. ун-т., 2017. – 144 с. – URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/ghstu\\_033.html](https://www.studentlibrary.ru/book/ghstu_033.html).*

## **6 Программное обеспечение**

Электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных вузовской рабочей программой, находящиеся в свободном доступе для обучающихся в ВУЗе.

Лицензионное программное обеспечение: Astra Linux Special Edition, P7-Офис.

Электронные источники:

- 1 ГПНТБ России (Государственная публичная научно-техническая библиотека России) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [1995-] – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru> - Загл. с экрана.
- 2 Официальный сайт Российской Государственной библиотеки [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [1999-] – Режим доступа: <http://www.rsl.ru/> - Загл. с экрана.
- 3 ФГУ ФИПС (Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2009-] – Режим доступа: <http://www.fips.ru> - Загл. с экрана.
- 4 Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [199-] – Режим доступа: <http://elibrary.ru> - Загл. с экрана.
- 5 ScienceDirect [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Elsevier, [2008-] – Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com> - Загл. с экрана.



6 ВИНТИ (Всероссийский институт научной и технической информации) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2004-] – Режим доступа: <http://www.viniti.ru> - Загл. с экрана.

7 Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., [2003-] – Режим доступа: <http://www.diss.rsl.ru> - Загл. с экрана.

8 Научно-техническая библиотека СибГИУ [электронный ресурс]. Электрон. дан. – Новокузнецк, 2005. – Режим доступа: <http://library.sibsiu.ru>. – Загл. с экрана.


Поисковые системы:

1. Rambler (Рамблер) (<http://www.rambler.ru>)
2. Yandex (Яндекс) (<http://www.yandex.ru>)
3. Google (<http://www.google.com>)
4. <http://www.atrus.ru>
5. <http://www.yahoo.com>



Составитель:

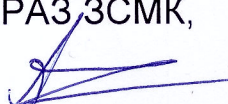
д.т.н., доцент

 А.Н. Прудников

Программа утверждена на заседании кафедры ОМДиМ. ЕВРАЗ ЗСМК  
(протокол № 1-23 от 14.09.2023 г.)

Заведующий кафедрой ОМДиМ. ЕВРАЗ ЗСМК,

д.т.н., доцент

 А.Р. Фастыковский

Директор ИМиМ,

д.т.н., доцент



А.А. Уманский

Согласована:

Ответственный секретарь ПК



С.А. Скворцов