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

УТВЕРЖДАЮ
Зам. проректора по учебной работе
_____ Е.С. Авраменко
«___» _____ 2018 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

Перечень сведений о программе вступительных экзаменов в магистратуру	**Учетные данные**
Образовательная программа Материаловедение, технологии получения и обработки металлических материалов со специальными свойствами	**Код ОП** 22.04.01/09.01
Направление подготовки Материаловедение и технологии материалов	**Код направления и уровня подготовки** 22.04.01
Уровень подготовки Магистр	
ФГОС ВО	**Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО**: № 907 от 28 августа 2015 года

Екатеринбург, 2018

Программа составлена в соответствии с Федеральным Государственным стандартом высшего образования.

Код направления подготовки: 22.04.01
Название направления подготовки: Материаловедение и технологии материалов
Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 907 от 28 августа 2015 года.
Программа вступительных испытаний в магистратуру составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра / департамент
009	Попов Артемий Александрович	д.т.н., профессор	Заведующий кафедрой, главный научный сотрудник	Термообработки и физики металлов

Рекомендовано:
учебно-методическим советом Института фундаментального образования
Протокол № 5-1 от 03.05.18 г.

Директор ИНМТ О.Ю. Шешуков

АННОТАЦИЯ:

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, предъявляемых к подготовке поступающих в магистратуру по соответствующему направлению.

Программа содержит перечень вопросов для вступительных испытаний, список рекомендуемой литературы для подготовки, описание формы вступительных испытаний и критерии оценки.

Введение

Настоящая программа предназначена для поступающих в магистратуру с целью освоения образовательной программы «Материаловедение, технологии получения и обработки металлических материалов со специальными свойствами» по направлению 22.04.01 – «Материаловедение и технологии материалов».

1. Цель программы

Вступительные испытания проводятся для определения уровня практической и теоретической подготовки бакалавра (специалиста) и проводятся с целью определения соответствия знаний, умений и навыков претендентов требованиям освоения основной образовательной программы магистратуры по направлению 22.04.01 – «Материаловедение и технологии материалов» в области разработки, получения, обработки и исследования металлических материалов, а также управления их качеством для различных областей техники и технологии. Поступающий в магистратуру должен продемонстрировать умение применить полученные знания для решения материаловедческих задач.

Поступающий в магистратуру должен знать:

- теоретические основы материаловедения;
- методы исследования структуры и физических свойств материалов;
- механические свойства материалов и методы их определения;
- технологию химико-термической, термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов;
- металлы и сплавы в машиностроении;
- неметаллические материалы в машиностроении;
- эффективность применения материалов в машиностроении с учетом экономичности, долговечности, безопасности и экологической чистоты.

2. Общее содержание

Программа вступительного испытания, содержит вопросы в объёме требований, предъявляемых федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования уровня подготовки бакалавра по направлению, соответствующему направлению магистратуры.

Конечной целью вступительного испытания является определение уровня знаний и компетенций абитуриента по 100-балльной шкале

3. Форма и продолжительность проведения вступительных испытаний

Форма Вступительных испытаний: устный экзамен.

Вступительные испытания принимаются комиссией в количестве трех человек: председателя комиссии и двух членов комиссии, которые

назначаются соответствующим распоряжением по институту. Секретарь комиссии по приему вступительных испытаний назначается из числа сотрудников выпускающей кафедры.

Оценка по экзамену проставляется по сто балльной шкале. Результаты экзамена доводятся до сведения экзаменуемых не позднее, чем на следующий рабочий день после проведения вступительных испытаний. Количество баллов, полученных по результатам вступительных испытаний, проставляется в экзаменационные ведомость и листы, которые подписываются председателем и членами комиссии.

4. Содержание вступительных испытаний

4.1. Содержание программы вступительных испытаний:

1) *теоретические основы материаловедения.* Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Электронная структура. Типы межатомных связей в кристаллах.

Типы кристаллических решеток металлов и их характеристика. Реальное строение металлических и неметаллических кристаллов. Анизотропия свойств кристаллов. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, поверхностные и объемные. Дислокационная структура и прочность металлов.

Зонная теория твердых тел. Связь физических свойств с поведением электронов. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов. Термоэлектронная эмиссия. Сверхпроводимость. Электронное строение полупроводников и диэлектриков.

Магнитные свойства материалов. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм.

Агрегатные состояния веществ. Энергетические условия и термодинамика процесса кристаллизации. Самопроизвольная и несамопроизвольная кристаллизация. Форма кристаллических образований. Строение слитка. Полиморфизм. Магнитные превращения. Аморфное состояние металлов. Аморфные сплавы.

Структурные изменения в металлах в условиях холодной и горячей пластической деформации. Температура рекристаллизации. Строение металлов после возврата и рекристаллизации. Механизм и стадии процесса рекристаллизации. Условия реализации направленной кристаллизации.

Структура и свойства жидких металлов. Гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов, критический размер зародыша. Концентрационное переохлаждение. Эвтектическая кристаллизация. Влияние скорости кристаллизации на строение сплавов. Строение металлического слитка. Модифицирование структуры литых сплавов. Образование метастабильных фаз при кристаллизации. Бездиффузионная кристаллизация. Металлические стекла. Методы получения монокристаллов из расплава. Металлургия гранул.

Способы обработки металлов давлением. Влияние температуры, схемы и степени деформации на сопротивление деформации, структуру и свойства металлов и сплавов.

Условия термодинамического равновесия. Определение системы, фазы, структуры. Смеси, химические соединения, твердые растворы, промежуточные фазы. Правило фаз.

Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов и методы их построения. Эвтектическое и перитектическое превращения. Виды ликвации. Фазовые и структурные превращения в твердом состоянии. Эвтектоидное превращение. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния.

Диаграммы состояния железоцементита и железографита. Влияние легирующих компонентов на критические точки железа и стали, свойства феррита и аустенита.

Фазовые превращения в стали при нагреве и охлаждении. Процесс образования аустенита при нагреве. Механизм превращений переохлажденного аустенита. Изотермические и термокинетические диаграммы. Влияние состава стали на процесс распада аустенита. Критическая скорость охлаждения при закалке. Мартенситное превращение, механизм и кинетика. Структура и свойства мартенсита. Влияние деформации на мартенситное превращение. Превращения при отпуске стали. Термодинамика и процесс коагуляции. Изменение структуры и свойств при отпуске. Отпускная хрупкость и способы ее предотвращения.

2) *методы исследования структуры и физических свойств материалов.* Металлографические и фрактографические методы исследования, оптическая и электронная, в том числе, дифракционная микроскопия (просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы). Рентгеновские методы исследования: структурный и спектральный методы анализа.

Ультразвуковая дефектоскопия. Рентгеновская и гамма-дефектоскопия. Метод вихревых токов. Магнитная и тепловая дефектоскопия.

3) *механические свойства материалов и методы их определения.* Плоское и объемное напряженные состояния. Плоская деформация. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения, определение, классификация.

Модуль упругости и его зависимость от кристаллической структуры материала. Упругое последствие, упругий гистерезис, внутреннее трение.

Процессы скольжения и двойникования. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Вектор Бюргерса. Скольжение и переползание дислокаций. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесями. Особенности деформации моно- и поликристаллов. Влияние границ зерен на пластическую деформацию поликристаллов. Дисклинации. Сверхпластичность. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Механизм упрочнения. Деформационное упрочнение.

Упрочнение твердых растворов при взаимодействии дислокаций с примесями внедрения. Дисперсионное твердение.

Виды разрушения материалов. Механизмы зарождения трещин. Силовые, деформационные и энергетические критерии локального разрушения. Трещиностойкость. Подходы механики разрушения к выбору конструкционных материалов, расчету размера допустимого дефекта и прогнозированию долговечности. Фрактография как метод количественной оценки механизма разрушения.

Классификация методов механических испытаний. Значение механических характеристик в материаловедении.

Механические свойства, определяемые при статическом нагружении. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение, трещиностойкость. Влияние легирования, структуры концентраторов напряжений и масштабного фактора на характеристики механических свойств.

Механические свойства, определяемые при динамическом нагружении. Влияние скорости деформирования на характеристики прочности и пластичности. Динамические испытания на изгиб образцов. Ударная вязкость. Методы определения ударной вязкости и ее составляющих.

Механические свойства, определяемые при циклическом нагружении. Усталость, диаграммы усталости, предел выносливости. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Природа усталостного разрушения. Влияние различных факторов на сопротивление усталости.

Испытания на твердость вдавливанием и царапанием.

Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении от комнатных температур до криогенных. Хладостойкость и критическая температура хрупкости, методы определения.

Поведение материалов под нагрузкой при нагреве от комнатных температур до температуры рекристаллизации и выше. Синеломкость и тепловая хрупкость. Жаростойкость и жаропрочность. Ползучесть, диаграммы ползучести, предел ползучести. Теория рекристаллизационной ползучести. Длительная прочность, диаграммы длительной прочности, предел длительной прочности. Механизм хрупкого разрушения при ползучести. Релаксация напряжений, диаграммы релаксации, релаксационная стойкость. Влияние легирования и структуры на характеристики жаропрочности материалов.

4) *технология химико-термической, термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов.* Термическая обработка стали. Основные виды термической обработки стали. Выбор вида термической обработки в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации. Влияние термической обработки на свойства конструкционных сталей и сварных соединений.

Химико-термическая обработка. Общие закономерности. Цементация с последующей термической обработкой. Азотирование. Влияние легирующих компонентов на толщину, твердость и износостойкость азотированного слоя. Структура и свойства азотированной стали. Нитроцементация стали.

Диффузионная металлизация: алитирование, хромирование, силицирование и т.п. Многокомпонентные покрытия. Диффузионное насыщение в ионизированных газовых средах.

Термомеханическая обработка. Основные виды: предварительная высокотемпературная, низкотемпературная. Структура и свойства материалов после термомеханической обработки.

Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии. Поверхностное легирование и термическая обработка при лазерном и электронно-лучевом нагреве. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия пластической деформации. Физическая сущность процесса. Роль остаточных напряжений. Области применения.

Деформация изделий при их обработке и способы ее предупреждения.

5) *металлы и сплавы в машиностроении.* Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости. Методы повышения конструкционной прочности.

Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Металлургическое качество сталей Классификация углеродистых сталей по качеству, структуре и областям применения. Влияние углерода и примесей на свойства углеродистых сталей. Углеродистые качественные стали. Автоматные стали. Углеродистые инструментальные стали.

Легированные стали. Влияние легирующих компонентов и примесей на дислокационную структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка легированных сталей. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали. Улучшаемые легированные стали. Пружинные стали общего назначения. Шарикоподшипниковые стали. Износостойкие стали.

Общие принципы легирования и структура коррозионно-стойких сталей. Хромистые, хромоникелевые, хромомарганцево-никелевые и хромазотистые аустенитные стали. Высоколегированные кислотостойкие стали. Жаростойкие и окалиностойкие стали.

Свойства и назначение чугунов, принципы классификации. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны. Фазовые превращения при термической обработке чугуна. Применение в машиностроении.

Алюминий и его сплавы. Классификация алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы. Литейные алюминиевые сплавы. Особенности термической обработки. Спеченные алюминиевые сплавы. Технологические и механические свойства. Области применение алюминия и его сплавов.

Медь и ее сплавы. Влияние примесей на структуру и свойства меди. Классификация медных сплавов. Латуни, их свойства. Строение и свойства оловянных, алюминиевых, свинцовых, марганцовистых и бериллиевых бронз. Медно-никелевые сплавы. Области применения меди и ее сплавов.

6) *неметаллические материалы в машиностроении.* Классификация и структура полимерных материалов. Молекулярная структура полимеров. Теории роста полимерных кристаллов. Особенности механических свойств

полимеров, обусловленные их строением. Релаксационные свойства. Вязкое течение растворов и расплавов полимеров. Старение и стабилизация полимеров. Типы разрушения полимеров. Влияние внешних факторов на процесс разрушения. Физико-механические, адгезионные, фрикционные, антикоррозионные, диэлектрические свойства полимеров, методы исследования этих свойств.

Состав, классификация и свойства пластических масс. Пластмассы на основе термопластичых и термореактивных полимеров. Отвердители, наполнители, пластификаторы, катализаторы, пигменты, ингибиторы. Методы переработки пластмасс в изделия. Материалы, технология и оборудование для получения полимерных покрытий.

Принципы создания и основные типы композиционных материалов. Композиционные материалы с нуль-мерными и одномерными наполнителями. Эвтектические композиционные материалы. Композиционные материалы на неметаллической основе. Механические свойства композиционных материалов, моделирование на ЭВМ разрушения композиционных материалов с использованием свойств армирующих волокон, объемной доли и свойств матрицы. Механизм разрушения. Основы расчета на прочность изделий из композиционных материалов. Способы компьютерного моделирования состава, структуры, свойств и процесса разрушения композиционных материалов. Области и перспективы применения композиционных материалов в машиностроении.

7) *эффективность применения материалов в машиностроении с учетом экономичности, долговечности, безопасности и экологической чистоты*. Методика расчета экономического эффекта за счет рациональноговыбора и применения машиностроительных материалов. Сравнительные данные стоимости углеродистых сталей и сплавов, цветных металлов и сплавов, неметаллических материалов и области их эффективного применения. Себестоимость различных операций термической и химикотермической, термомеханической обработки материалов. Повышение надежности, долговечности и безопасности изделий машиностроения путем применения новых материалов, обладающих уникальными физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами, а также экологической чистотой. Совершенствование технических требований к материалам в нормативно-технической документации.

4.2. Оценка уровня знаний

Вступительные испытания в магистратуру имеют целью оценки подготовленности претендента к освоению основной образовательной программы магистратуры по направлению по направлению 22.04.01 – «Материаловедение и технологии материалов» в соответствии с профильной направленностью и видами профессиональной деятельности. Основным критерием оценки соответствия требованиям отбора претендента является уровень знаний, показанный при ответах на вопросы экзаменационного билета.

Критерии оценки ответов

Кол-во баллов	Критерии
80-100	Полный безошибочный ответ, в том числе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий должен правильно определять понятия и категории, выявлять основные тенденции и противоречия, свободно ориентироваться в теоретическом и практическом материале.
60-79	Правильные и достаточно полные, не содержащие ошибок и упущений ответы. Оценка может быть снижена в случае затруднений студента при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Допущены отдельные не существенные ошибки.
40-59	Неполные ответы на поставленные вопросы, наличие некоторых ошибок и пробелов в знаниях.
20-39	Неполные ответы на поставленные вопросы, наличие существенных ошибок и пробелов в знаниях.
0-20	Отсутствие необходимого уровня практической и теоретической подготовки

5. Рекомендуемая литература

1. Металловедение / С.С. Штейнберг ; под ред. И.Н. Богачева, В.Д. Садовского .— Свердловск : Металлургиздат. Свердловское отделение, 1961 .— 598 с.

2. Материаловедение : учеб. для техн. вузов / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева .— М.: Альянс, 2009 .— 528 с.

3. Металловедение : учеб. для вузов / А.П. Гуляев .— М. : Металлургия, 1986 .— 541 с.

4. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др.; под ред. Г.П. Фетисова .—М. : Высш. школа, 2005 .— 862 с.

5. Материаловедение / Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт .— М. : Металлургия, 1989 . — 455 с

6. Металловедение для машиностроения : справочник / К.Г. Шмитт-Томас .— М. : Металлургия, 1995 . — 512 с.

7. Материаловедение : учебник / В.Б. Арзамасов, А.А. Черепахин .— М. : Экзамен, 2009 .— 350 с.

8. Физическое металловедение : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 651300 "Металлургия" / С.В. Грачев, В.Р. Бараз, А.А. Богатов, В.П. Швейкин .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009 .— 548 с.

9. Металловедение и термическая обработка металлов : учеб. для металлург. специальностей вузов / Ю. М. Лахтин .— М. : Металлургия, 1977 .— 407 с.

10. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Металловедение и терм. обраб. металлов" / Б. А. Колачев, В. И. Елагин, В. А. Ливанов .— М. : МИСИС, 2005 .— 432 с.

11. Теория термической обработки металлов : учебник / И.И. Новиков .— М.: Металлургия, 1986 .— 480 с.

12. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки : учебник / И.И. Новиков, К.М. Розин .— М. : Металлургия, 1990 .— 335 с.

13. Металлография / Б.Г. Лифшиц .— М. : Металлургия, 1990 .— 236 с.

14. Механические свойства металлов / В.С. Золоторевский .— М. : Изд-во МИСИС, 1998 .— 400 с.

15. Специальные стали / М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Г. Векслер .— М. : Изд-во МИСИС, 1999 .— 408 с.

16. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин и др.; Под ред. В.Г. Сорокина .— М. : Машиностроение, 1989 .— 638 с.

17. Инструментальные стали : справочник / А.П. Гуляев, К.А. Малинина, С.М. Саверина .— М. : Машиностроение, 1975 .— 372 с.

18. Структура деформированных металлов : учеб. пос. для вузов по специальности "Физика металлов" / М.Л. Бернштейн .— М. : Металлургия, 1977 .— 431 с.

19. Конструкционные и функциональные материалы на металлической основе : учеб. пос. / В. М. Фарбер [и др.] ; под общ. ред. А.А. Попова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 252 с.

20. Структура материалов и методы ее исследования. Кристаллизация материалов. Двойные сплавы : учеб. пос. : 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 .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. — 108 с.

21. Теория превращений в твердом состоянии : учеб. пос. для студентов вузов, обучающихся по специальностям 070900 – Физика металлов, 110500 – Металловедение и терм. обраб. металлов, 07100 – Материаловедение и технология новых материалов / А.А. Попов .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2004 .— 168 с.

22. Металлофизика высокопрочных сплавов: учеб. пос. для вузов / М.И. Гольдштейн, В.С. Литвинов, Б.М. Бронфин .— М. : Металлургия, 1986 .— 311 с.