

## ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальному предмету  
по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по научной специальности:  
2.6.17 Материаловедение

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

К вступительным испытаниям по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – Программы аспирантуры) допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура), подтверждённое документом об образовании и о квалификации, удостоверяющим образование соответствующего уровня.

Вступительные испытания призваны определить наиболее способного и подготовленного поступающего к освоению основной образовательной программы по научной специальности 2.6.17 Материаловедение.

Приём осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программы вступительных испытаний формируются на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

Программа содержит описание формы вступительных испытаний, перечень разделов, входящих в экзамен и список рекомендуемой для подготовки литературы.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ПОСТУПАЮЩЕГО ПО ПРОГРАММАМ АСПИРАНТУРЫ**

Лица, имеющие высшее образование и желающие освоить программу аспирантуры, зачисляются по результатам вступительных испытаний, программы которых разрабатываются Университетом для установления у поступающего наличие следующих компетенций:

– способность самостоятельно приобретать новые знания в области материаловедения и смежных областях, используя современные образовательные и информационные технологии;

- способность планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать полученные результаты и делать выводы на основе их анализа;
- способность осуществлять выбор методик и средств решения задач, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок в области материаловедения;
- способность изучать, анализировать и обобщать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по направлению исследований в области материаловедения;
- способность раскрывать физическую сущность явлений, происходящих в материалах при воздействии на них многочисленных технологических и эксплуатационных факторов, определяющих изменение структуры материалов, используя современные методы исследования материалов;
- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности и современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на совокупность свойств материалов.

### **3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Вступительные испытания по специальному предмету проводятся в сочетании устной и письменной формы в соответствии с утверждённым расписанием.

Продолжительность вступительного испытания – 30 минут.

Результаты испытаний оцениваются по 100 бальной шкале.

## **4. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Программа вступительных испытаний базируется на программах специалитета и (или) программах магистратуры. Вопросы по экзамену охватывают основополагающие положения следующих разделов:

### **Раздел 1. Классификация, строение и свойства материалов**

Строение и свойства материалов. Кристаллическое строение твёрдых тел. Типы кристаллических решёток металлов, их параметры. Анизотропия свойств кристаллов. Дефекты кристаллического строения, их классификация.

Основы электронной теории твёрдых тел. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоёмкость металлов. Магнитные свойства материалов. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм.

Методы исследования структуры и фазового состава. Металлографические и фрактографические методы исследования, световая и электронная, в том числе дифракционная микроскопия. Рентгеновские методы исследования: структурный и спектральный методы анализа.

Методы исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах. Магнитный и электрический методы анализа фазовых и структурных превращений. Метод термо-Э.Д.С. Метод ядерного магнитного резонанса. Метод ядерного гаммаизлучения.

Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов. Ультразвуковая дефектоскопия. Рентгеновская и гамма-дефектоскопия. Метод вихревых токов. Магнитная и тепловая дефектоскопия.

Схемы напряжённого и деформированного состояний материалов. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения и их классификация.

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

Пластическая деформация и деформационное упрочнение. Особенности деформации монокристаллов и поликристаллов. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Механизм упрочнения. Упрочнение твёрдых растворов при взаимодействии дислокаций с примесями внедрения.

Разрушение материалов. Виды разрушения материалов. Механизмы зарождения трещин. Основы механики разрушения. Фрактография как метод количественной оценки механизма разрушения.

Механические свойства материалов и методы их определения. Классификация методов механических испытаний. Механические свойства, определяемые при статическом, динамическом и циклическом нагружениях.

Хладостойкость и критическая температура хрупкости, методы определения. Синеломкость и тепловая хрупкость. Жаростойкость и жаропрочность. Ползучесть. Длительная прочность. Механизм хрупкого разрушения при ползучести.

Коррозия металлов и сплавов. Коррозионное растрескивание. Межкристаллитная коррозия. Сопротивляемость материалов кавитационному и эрозионному разрушению.

Конструкционная прочность материалов. Критерии прочности, надёжности, долговечности и износостойкости. Методы повышения конструкционной прочности.

## **Раздел 2. Кристаллизация, наклёт и рекристаллизация металлов и сплавов**

Формирование структуры металла при кристаллизации. Энергетические условия и термодинамика процесса кристаллизации. Полиморфизм. Аморфное состояние металлов. Строение слитка.

Типы сплавов. Основы теории сплавов. Механические смеси, химические соединения, твёрдые растворы. Правило фаз. Типы диаграмм состояния

бинарных сплавов. Правило отрезков. Эвтектоидное, перитектоидное и эвтектическое превращения.

Строение пластиически деформированных металлов. Температура рекристаллизации. Строение металлов после возврата и рекристаллизации. Механизм и стадии процесса рекристаллизации.

### **Раздел 3. Железоуглеродистые сплавы**

Диаграммы состояния железо-цементит и железо-графит. Железо и его аллотропические модификации. Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов. Фазовые превращения в стали при нагреве и охлаждении.

Влияние углерода, примесей и легирующих элементов на свойства сталей. Спокойные и кипящие стали.

Конструкционные углеродистые и легированные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталим. Классификация углеродистых сталей по качеству, структуре и областям применения.

Высокопрочные мартенситностареющие стали. Принципы легирования. Мартенситное превращение. Влияние легирующих элементов на кинетику фазовых превращений и особенности термической обработки. Свойства мартенситностареющих сталей и области применения.

Конструкционные и коррозионностойкие стали. Общие принципы легирования и структура коррозионностойких сталей. Высоколегированные кислотостойкие стали. Жаростойкие и окалиностойкие стали.

Жаропрочные стали и сплавы и их типы. Принципы легирования жаропрочных сталей и сплавов. Термическая обработка жаропрочных сплавов. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе. Области применения.

Инструментальные стали. Классификация инструментальных сталей по теплостойкости, структуре и областям применения. Быстрорежущая сталь и особенности ее термической обработки. Штамповые стали для деформирования

в горячем и холодном состоянии. Стали для форм литья под давлением и прессования.

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

#### **Раздел 4. Термическая обработка и поверхностное упрочнение**

Классификация видов термической обработки. Термодинамика фазовых превращений. Превращение аустенита при нагреве и охлаждении. Влияние легирующих элементов на кинетику фазовых и структурных превращений.

Технология термической и термомеханической обработки. Структура и свойства термообработанных сталей. Отжиг стали. Закаливаемость и прокаливаемость сталей. Дефекты закалки. Температура нагрева под закалку доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной стали. Отпуск сталей. Превращения при отпуске и структура отпущеных сталей.

Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путём воздействия пластической деформации. Классификация видов поверхностно-пластической деформации. Технологические параметры ППД.

#### **Раздел 5. Химико-термическая обработка**

Технология химико-термической обработки. Виды ХТО неметаллическими элементами. Толщина диффузионного слоя. Стали для цементации, азотирования и борирования. Диффузионная металлизация.

#### **Раздел 6. Цветные металлы и сплавы на их основе, специальные сплавы**

Алюминий и его сплавы. Классификация, структура, свойства и область применения алюминиевых сплавов. Влияние примесей и легирующих элементов на свойства сплавов, механизмы упрочнения.

Медь и её сплавы. Классификация, структура, свойства и область применения медных сплавов.

Магний и его сплавов. Классификация, структура, свойства и область применения магниевых сплавов.

Титан и его сплавы. Классификация, структура, свойства и область применения титановых сплавов. Механические, технологические и коррозионные свойства титановых сплавов.

Антифрикционные сплавы на основе цветных металлов.

Металлы и сплавы с особыми свойствами. Магнитные материалы. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Проводниковые и полупроводниковые материалы. Материалы, обладающие эффектом памяти формы.

## **Раздел 7. Неметаллические и композиционные материалы**

Полимеры и пластические массы. Классификация и структура полимерных материалов. Молекулярная структура полимеров. Физико-механические, адгезионные, фрикционные, антикоррозионные, диэлектрические свойства полимеров. Методы исследования свойств. Пластмассы на основе термопластичных и термореактивных полимеров.

Композиционные материалы. Принципы создания и основные типы композиционных материалов. Композиционные материалы с нуль-мерными и одномерными наполнителями. Композиционные материалы на неметаллической основе. Основы расчета на прочность изделий из композиционных материалов. Области и перспективы применения композиционных материалов в машиностроении.

Резиновые материалы. Состав и классификация резин. Технология приготовления резиновых смесей и формирования деталей из резины. Физико-механические свойства резины. Влияние условий эксплуатации на свойства резин. Применение резиновых материалов в машиностроении.

Строение и свойства ситалов, керамических и других неорганических материалов. Нанокристаллические материалы. Стеклянные смазки и защитные покрытия. Техническая керамика. Огнеупорные и конструкционные керамические материалы.

Лакокрасочные и клеящие материалы. Состав и классификация лакокрасочных материалов. Технологические методы нанесения лакокрасочных покрытий. Сравнительные свойства лакокрасочных покрытий. Клеящие материалы, состав и классификация. Физико-химическая природа.

## **Раздел 8. Основы научных исследований**

Известные учёные и их научные достижения в области материаловедения. Методы научного исследования, методы моделирования и прогнозирования, которые чаще всего применяются при изучении вопросов в области материаловедения. Векторы развития научных исследований, научные проблемы, которыми занимаются учёные в последнее десятилетие, перспективность исследований по научной специальности 2.6.17 «Материаловедение». Научные разработки в области материаловедения, применяемые для улучшения жизни человека. Научные издания в области материаловедения и оценка значимости и весомости публикаций в этих изданиях. Инструментарий, которым пользуются учёные при проведении исследований по научной специальности 2.6.17 «Материаловедение». Авторство при проведении коллективных научных исследований в области материаловедения, необходимость коллaborаций.

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Список основной литературы:

1. Лахтин, Ю. М. Материаловедение : учебник для высших технических учебных заведений / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева.- 3-е изд., стер. – Москва : Альянс, 2014. – 528 с.
2. Богодухов, С. И. Материаловедение : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: "Машиностроение", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / С. И. Богодухов, Е. С. Козик. – Москва : Машиностроение, 2015. – 504 с.
3. Материаловедение : учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов [и др.]. – 8-е изд., стер. – Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 648 с.
4. Плошкин, В. В. Материаловедение : Учебник / В.В. Плошкин. – 3-е изд., пер. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 463 с. – URL: <https://biblio-online.ru/book/30B3360C-A9AF-47C1-ADA4-66F26E3C0BA4/materialovedenie>
5. Гуляев, А. П. Металловедение : учеб. для вузов / А. П. Гуляев. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Металлургия, 1986. – 541 с.
6. Новиков, И. И. Теория термической обработки металлов. Учебник для вузов. – Москва : Металлургия, 1986. – 194 с.
7. Адаскин, А. М. Материаловедение в машиностроении в 2 ч., ч. 1 : Учебник / А. М. Адаскин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 258 с. – URL: <https://biblio-online.ru/book/materialovedenie-v-mashinostroenii-v-2-ch-chast-1-437854>
8. Медведева, С. В. Материаловедение. Неметаллические материалы. Курс лекций / С. В. Медведева. - Москва : МИСИС, 2012. – ISBN 978-5-87623-590-9 : Б. ц. – URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=47429](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47429)
9. Рогов, В. А. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Штамповочное и литейное производство / В. А. Рогов. - 2-е изд.,

испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 330 с. – URL: <https://www.biblio-online.ru/book/materialovedenie-i-tehnologiya-konstrukcionnyh-materialov-shtampovochnoe-i-liteynoe-proizvodstvo-427345>

10. Материаловедение. Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Волков, В.М.Зуев – Москва : Издательство Академия, 2013, – 400 с.

Список дополнительной литературы:

1. Физические основы методов неразрушающего контроля качества изделий [Текст]: учебное пособие / ТюмГНГУ ; ред. В. Ф. Новиков ; сост. В. Ф. Новиков [и др.]. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2012.

2. Суворов Э. В. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов : Учебное пособие / Э.В. Суворов. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 180 с. – URL: <http://www.biblio-online.ru/book/C321EDAE-575C-4583-8E7D-29AF49BAECEF>

3. Богодухов, С. И. Курс материаловедения в вопросах и ответах : учебное пособие для вузов / С. И. Богодухов, А. В. Синюхин, Е. С. Козик. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 2010. – 350 с.

4. Бобрышев, А. Н. Полимерные композиционные материалы : учебное пособие / А. Н. Бобрышев, В. Т. Ерофеев, В. Н. Козомазов. – Москва : АСВ, 2013. – 474 с. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939804.html>

5. Б.К. Барахтин, А.М. Немец. Металлы и сплавы. Анализ и исследование. Физико-аналитические методы исследования металлов и сплавов. Справочник. – СПб.: НПО «Профессионал». – 2006. – 489 с.