

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»**  
Институт машиностроения, материаловедения и транспорта

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
проректор по учебной работе  
СГТУ имени Гагарина Ю.А.  
Мизякина О.Б.

**ПРОГРАММА**  
**вступительного испытания**  
междисциплинарного экзамена «Разработка и сопровождение  
технологических процессов и производств в области материаловедения  
и технологии материалов» для поступающих на направление подготовки  
магистров 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»  
(магистерская программа «Разработка и сопровождение  
технологических процессов и производств в области материаловедения и  
технологии материалов»)

## **СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

### **Раздел 1. Математические и компьютерные методы моделирования в технике**

1. Моделирование и технологический прогресс. Основные этапы математического моделирования.
2. Компьютеры и их роль в математическом моделировании. Структура современного компьютера для моделирования технологических процессов.
3. Современные методы управления качеством напыляемых покрытий с помощью ЭВМ.
4. Искусственные нейронные сети, применяемые для интеллектуализации компьютеров в математических моделях.
5. Модель энергетических и тепловых характеристик плазмотрона.
6. Структурная схема САПР для нанесения покрытий.
7. Математическая модель диссипативных систем.
8. Примеры математического моделирования электроплазменных напылительных процессов при формировании покрытий.

### **Раздел 2. Интенсивные электронные пучки**

1. Физические процессы, составляющие основу генерации электронных пучков.
2. Термоэлектронная, автоэлектронная и фотоэлектронная эмиссии. Работа выхода электрона. Преобразование электрической энергии в тепловую, квантовую, кинетическую.
3. Элементы электронной оптики.
4. Специфические особенности построения оборудования для электроннолучевой обработки (ЭЛО). Элементы, блоки и установки для обработки интенсивными электронными пучками.
5. Классификация ускорителей электронов. Источники мощных электронных пучков. Источники формирования электрических разрядов.
6. Перенос энергии в твёрдых телах. Фокусировка, сжатие (рассеяние) и динамика сильноточных энергетических пучков.
7. Теоретические и экспериментальные подходы к обоснованию технических требований к установкам для ЭЛО.

### **Раздел 3. Электрохимические процессы в технологиях материалов и покрытий**

1. Основы теории электролитической диссоциации.
2. Электрохимические процессы на границе металл-раствор.
3. Химическая коррозия металлов.
4. Электрохимические покрытия металлами и сплавами.
5. Анодная и химическая обработка металлов.
6. Защита от коррозии.
7. Электрохимические методы формирования покрытий.

#### **Раздел 4. Физические основы взаимодействия КПЭ с материалами**

1. Концентрированные потоки энергии (КПЭ) – как вид инструмента. Особенности обработки КПЭ.
  2. Особенности управления формообразованием при обработке КПЭ.
  3. Классификация методов обработки КПЭ.
  4. Термический и электрический методы обработки КПЭ.
  5. Физическая сущность электроэрозионной обработки. Особенности технологии электроэрозионной обработки.
  6. Физическая сущность электронно-лучевой обработки. Энергоемкость различных процессов ЭЛО.
  7. Физическая сущность ультразвуковой размерной обработки. Особенности технологии УЗО материалов
  8. Механизм хрупкого разрушения при ультразвуковой размерной обработке. Энергоемкость.
  9. Тепловая энергия, как основная движущая сила процессов взаимодействия КПЭ с веществом.
  10. Возможные формы существования частиц в плазменной струе. Температура и скорость частиц в плазменном потоке.
  11. Развитие деформационных процессов при электровзрывном формообразовании.
  12. Деформация частиц на поверхности подложки. Формы частиц после кристаллизации.
  13. Физическая сущность магнитоимпульсной обработки.
  14. Принципиальные схемы электровзрывной обработки.
  15. Технологические особенности плазменного напыления порошков материалов.
  16. Взаимодействие частицы с подложкой. Ударное и напорное давления. Механизм образования связей, формирующих адгезионную прочность.
  17. Физическая сущность обработки лазерным лучом.

#### **Раздел 5. Физические основы генерации концентрированных потоков энергии**

1. Физические процессы, составляющие основу генерации плазменной струи.
2. Основные понятия генерации лазерного излучения.
3. Физические процессы генерации дугового разряда.
4. Физические процессы, составляющие основу генерации электроискровой эрозии.
5. Виды плазмотронов и особенности генерации плазмы в них.
6. Теория пьезопреобразователя и его электрические расчеты.
7. Гармонические колебания. Стоячие и бегущие волны. Дифференциальное уравнение колебаний. Условия резонанса. Частотные диапазоны ультразвука. Амплитудно-частотная характеристика.

**Раздел 6. Материалы с улучшенными свойствами. Механико-технологические свойства материалов. Основные законы материаловедения. Закон сохранения и взаимосвязи массы и энергии. Закон постоянства состава. Гомогенные и гетерогенные химические системы, компоненты, фазы**

1. Триботехнические характеристики. Основные понятия триботехники.
2. Состояние поверхностного слоя. Геометрические характеристики поверхности трения. Остаточные напряжения. Структура поверхности.
3. Адсорбция и хемосорбция. Адгезионные и диффузионные явления.
4. Контакт поверхностей. Методы определения износа. Законы Фика.
5. Характеристики и разновидности смазочных материалов.
6. Материал для режущего инструмента.
7. Материалы для обработки давлением.
8. Замена трения скольжения трением качения.
9. Технологические способы повышения износостойкости.
10. Фрикционное латунирование, бронзирование и меднение. Сервовитные пленки. Эффект безызносности.
11. Плазменно-дуговой разряд для технологических целей.

**Раздел 7. Защита интеллектуальной собственности. Патентоведение**

1. Понятие интеллектуальной собственности. Состав интеллектуальной собственности, охрана прав.
2. Исключительная и неисключительная лицензия.
3. Объекты и субъекты авторского права.
4. Товарный знак. Регистрация, защита прав.
5. Полезная модель. Оформление заявки, защита прав.
6. Изобретения. Оформление заявки, защита прав.
7. Технопарки и высокие технологии.

**Раздел 8. Методы исследования материалов и процессов**

1. Магнитометрические и электромагнитные приборы - определение, принцип действия.
2. Электродинамические и индукционные приборы - определение, принцип действия.
3. Области применения акустических методов НК.
4. Классификация магнитных преобразователей для измерения магнитных свойств.
5. Гальваномагнитные преобразователи. Датчик Холла.
6. Радиография - понятие. Документальное оформление результатов радиографического НК.
7. Ультразвуковой метод измерения влажности.
8. Классификация методов НК: магнитный НК, электрический НК.

9. Обработка результатов измерений, понятие среднего арифметического, дисперсии.

10. Вихретоковый метод НК - принцип действия, физические основы, цели использования.

11. Рентгеноструктурный анализ - понятие, принципиальные основы, области применения, ограничения.

12. Химический анализ материалов - принципиальные основы, цели применения.

### **Раздел 9. Перенос энергии и массы, основы теплотехники и аэрогидродинамики**

1. Дифференциальные уравнения теплопроводности изотропных твердых тел в декартовой, цилиндрической и сферической системах координат. Начальные и граничные условия.

2. Дифференциальные уравнения нестационарной конвективной диффузии в декартовой, цилиндрической и сферической системах координат. Начальные и граничные условия.

3. Основные методы решений уравнений массопереноса.

4. Основные методы решения уравнений теплопроводности.

5. Теплообменные аппараты на основе поверхностей с субмиллиметровой искусственной шероховатостью.

6. Система дифференциальных уравнений Навье-Стокса и сплошности как основа аэрогидродинамики ламинарных и турбулентных потоков.

7. Поле скоростей и давлений, внутренняя, внешняя и смешанная задачи аэрогидродинамики. Некоторые практические приложения.

8. Теплообмен излучением.

### **Раздел 10. Материаловедение. Технология конструкционных материалов**

1. Атомно-кристаллическое строение металлов.

2. Плавление и кристаллизация металлов. Строение кристаллического слитка.

3. Дефекты кристаллического строения.

4. Полиморфизм металлов.

5. Диаграмма состояния сплавов железо-цементит.

6. Углеродистые и легированные стали. Классификация и маркировка легированных сталей.

7. Понятие о термической и химико-термической обработке сплавов. Мартенситное превращение.

8. Методы изучения структуры металлов.

9. Состав и классификация пластмасс.

10. Тугоплавкие металлы и сплавы.

11. Сравнительная характеристика металлов и неметаллов.

12. Основные физико-химические процессы получения чугуна.

13. Классификация способов литья.
14. Общая характеристика обработки металлов давлением.
15. Физико-химические основы свариваемости металлов.
16. Обработка поверхностей лезвийным и абразивным инструментом.
17. Электрохимические и электрофизические способы обработки.

## **Раздел 11. Моделирование и оптимизация материалов и технологических процессов**

1. Кибернетическая модель «черного ящика» как основа математического моделирования, регрессионного анализа и оптимизации материалов и технологических процессов.
2. Моделирование и оптимизация материалов и технологий методами  $n$ -мерных поверхностей 2-го порядка.
3. Моделирование и оптимизация материалов и технологий методами крутого восхождения по градиентам выходных параметров.
4. Применение плазменнонапыленных порошковых титановых покрытий в качестве геттеров в СВЧ-приборах и адгезионного подслоя.
5. Двухпараметрическая оптимизация процессов электродугового плазменного напыления порошков кальций-фосфатной керамики по адгезионно- пористым свойствам получаемого покрытия.
6. Классификация видов коррозии. Композиционные оксидно-полимерные покрытия как экологически чистый и эффективный способ противокоррозионной защиты железа и сталей.
7. Двухпараметрическая оптимизация процессов электродугового плазменного напыления порошков металлов по адгезионно- пористым свойствам получаемого покрытия.
8. Применение плазмонапыленных порошков кальций-фосфатной керамики в качестве функциональных покрытий тканезамещающих конструкций.
9. Математическое моделирование, регрессионный анализ и многопараметрическая оптимизация.

## **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

### **Основная литература**

1. Фомин А.А. Плазменное напыление порошковых покрытий и электротермическая обработка титановых изделий : учебное пособие для студентов направлений подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов", 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов (магистратура), 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии", 12.04.04 "Биотехнические системы и технологии" (магистратура) / А. А. Фомин ; Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А. - Саратов : СГТУ, 2021. - 108 с.
2. Фомин А.А. Инженерия поверхности функциональных материалов и численное моделирование физических процессов при индукционной обработке металлов: учеб. пособие / А.А. Фомин. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2020. – 92 с. – ISBN 978-5-7433-3373-8.
3. Плазменное напыление биосовместимых покрытий и методы контроля их свойств: учебное пособие для студентов направлений подготовки 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов", 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов" / О.А.Маркелова, В.А.Кошуро, В.М.Таран, А.А.Фомин; Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А. - Саратов: СГТУ, 2023. - 159 с.
4. Инженерное материаловедение: учебник / В.В. Перинский, И.В. Перинская, С.Г. Калганова, С.Б. Вениг. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 363 с. — ISBN 978-5-4497-2065-8. — Текст: электронный// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128363.html> - DOI: <https://doi.org/10.23682/128363>
5. Технология конструкционных материалов. В 2 частях. Ч.2: учебное пособие/ С.Б. Наумов, С.В. Гиннэ, Л.С. Гордеева, А.П. Руденко. — Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2021. — 126 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116649.html>
6. Перинский, В.В. Материаловедение: законы, методы, контроль: словарь / В.В. Перинский, И.В. Перинская. — 2-е изд. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 109 с. — ISBN 978-5-4497-3556-0. — Текст: электронный// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/142806.html>
7. Основы проектирования технологического оборудования для обработки материалов и нанесения покрытий: учеб. пособие/ В.М. Таран, А.В. Лясникова. - Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2018. - 232 с.
8. Пористые нанокомпозитные материалы и покрытия: технологии получения, исследование свойств, перспективы применения: учебное пособие / И. П. Мельникова, А. В. Лясникова. Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А. - Саратов : СГТУ, 2018. – 361 с.
9. Конструкционные материалы: учеб. пособие / В.Н. Лясников, О.А. Дударева. СГТУ, 2016. – 146 с.

10. Материаловедение и технология материалов : учеб. пособие / А.М. Адаскин, В.М. Зуев. - 2-е изд. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2014. - 336 с.
11. Наноструктуры и их анализ: учеб. пособие / И.П. Мельникова, А.В. Лясникова, С.В. Мальцева. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2016. – 84 с.
12. Методы исследования свойств материалов и покрытий / А.В. Лясникова, И.П. Гришина, О.А. Маркелова, О.А. Дударева. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2016. – 107 с.
13. Лещева, О. В. Математическое моделирование производственных процессов: учебное пособие/ О.В. Лещева. — Саратов: Вузовское образование, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-4487-0764-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102239.html> — DOI: <https://doi.org/10.23682/102239>

### **Дополнительная литература**

14. Материаловедение в машиностроении: учебник для бакалавров/ А. М. Адаскин и др. - М.: Юрайт, 2014. - 535 с.
15. Дмитриенко Т.Г. Физико-химические основы материаловедения: учебник / Т.Г. Дмитриенко. - Саратов: ИЦ «Наука», 2012 - Ч. 1. - 2012. - 363 с.
16. Мир материалов: методы исследования и контроля: терминолог. словарь/ В.В. Перинский, И.В. Перинская, В.Н. Лясников, Саратов: Саратовский гос. техн. ун-т им. Ю.А. Гагарина. - 2-е изд., перераб., ИЦ "Наука", 2014. - 240 с.
17. Электроплазменные покрытия в электронике, машиностроении и медицине: учеб./ В.Н. Лясников, Н.В. Протасова, А.В. Лепилин. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2014. 597 с.
18. Основы конструирования приборов и аппаратов: учеб. пособие / В.М. Таран, О.А. Дударева, О.А. Маркелова, Н.В. Протасова. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2016. – 171 с.
19. Санников Р.Х. Теория подобия и моделирования. Планирование инженерного эксперимента. Учебное пособие - Уфа: УГНТУ, 2010. - 214 с.

## **ПРИМЕР ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**

1. Окисление поверхности металлов приводит к образованию
  1. Фосфатного покрытия
  2. Окалины
  3. Диффузионного слоя
  4. Упрочненного слоя
  
2. Энергия через вакуум (разреженную атмосферу) передается посредством:
  1. Излучения
  2. Конвекции
  3. Теплообмена
  4. Испарения
  
3. Обработка резанием сопровождается тремя физическими явлениями:
  1. Трением, охлаждением, износом
  2. Нагревом, приработкой, скольжением
  3. Трением, деформацией, нагревом
  4. Трением, нагревом, охлаждением
  
4. Низкотемпературная плазма представляет собой:
  1. Ионизированный газ
  2. Поток заряженных частиц
  3. Горячий газ
  4. Поток незаряженных частиц
  
5. Укажите условное обозначение и величину основной нагрузки при измерении твердости методом Роквелла по шкале В.