

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «СамГТУ»,

И.И. профессор



Д. Е. Быков

« 27 » 10 2023 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
в аспирантуру СамГТУ**

по научной специальности

2.4.4. *Электротехнология и электрофизика*

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СамГТУ допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура).

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программа вступительных испытаний по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.4.4. Электротехнология и электрофизика составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов по направлениям, соответствующим укрупненной группе направлений подготовки 13.00.00 Электро- и теплотехника, и, охватывает базовые дисциплины подготовки специалистов и магистров по данным направлениям.

## 2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по научной специальности 2.4.4. Электротехнология и электрофизика.

## 3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание проводится в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией СамГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на вопросы и (или) решить задачи в соответствии с экзаменационными заданиями, которые охватывают содержание разделов и тем программы вступительных испытаний. Для подготовки ответа поступающие используют экзаменационные листы, которые впоследствии хранятся в их личном деле.

При приеме на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре результаты каждого вступительного испытания оцениваются **по пятибалльной шкале.**

Минимальное количество баллов для каждого направления подготовки, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **3 балла.**

### **Шкала оценивания:**

«**Отлично**» – выставляется, если поступающий представил развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета.

«**Хорошо**» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета;

«**Удовлетворительно**» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета, при этом некоторые ответы раскрыты не полностью;

«**Неудовлетворительно**» – выставляется, если при ответе поступающего основные вопросы билета не раскрыты.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### РАЗДЕЛ 1. ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ И ЭЛЕКТРОФИЗИКА

- 1.1. Классификация электротехнологических установок. Основные методы преобразования электрической энергии в тепловую. Перспективные направления в использовании электроэнергии для технологических процессов.
- 1.2. Использование физического, математического и численного моделирования для решения задач электрического нагрева и его оптимизации.
- 1.3. Основные законы подобия и моделирования процессов в электротермических установках.
- 1.4. Эффект теплообразования при прохождении электрического тока по проводнику. Сопротивление проводника. Особенности тепловыделения в сопротивлении.
- 1.5. Основные методы расчёта стационарных и нестационарных тепловых полей.
- 1.6. Аналитическое решение тепловых задач для плоских и осесимметричных тел с внутренними источниками тепла.
- 1.7. Основные законы теплопередачи от элемента сопротивления к объекту нагрева. Теплообмен излучением в системе твердых тел.
- 1.8. Перенос и преобразование энергии в электромагнитном поле. Плоская волна, скин-эффект. Процесс взаимодействия электромагнитного поля с металлом.
- 1.9. Электромагнитные явления в металлах с постоянной магнитной проницаемостью. Принцип индукционного нагрева. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности системы «индуктор-металл».
- 1.10. Электродинамические процессы в системе «индуктор – немагнитная нагрузка». Электродинамические процессы в системе «индуктор – ферромагнитная нагрузка».
- 1.11. Механические усилия в электродинамических системах. Взаимодействия электромагнитного поля с плазмой и расплавленным металлом.
- 1.12. Краевые эффекты в распределении плотности тока и удельной мощности в ферромагнитной и немагнитной нагрузке.
- 1.13. Канальные и тигельные печи индукционного нагрева. Магнитогидродинамические процессы в ванне печи. Энергетический баланс установки.
- 1.14. Источники питания и электрооборудование тигельных печей. Энергетический баланс канальной печи. Электродинамические явления в каналах печей.
- 1.15. Установки индукционного нагрева на средних и высоких частотах. Установки сквозного нагрева. Выбор основных параметров установок сквозного нагрева.
- 1.16. Индукционная поверхностная закалка. Зависимость микроструктуры стали от режимов нагрева и охлаждения при закалке. Выбор основных параметров установок индукционной закалки.
- 1.17. Электродуговая сварка. Особенности формирования сварочных дуг. Источники питания сварочных дуг.
- 1.18. Плазменно-дуговая сварка и резка металлов. Физические основы плазменной сварки и резки металлов.
- 1.19. Контактная сварка. Физические основы электрической контактной сварки. Стыковая сварка. Точечная сварка. Шовная сварка. Электрооборудование установок контактной сварки.
- 1.20. Промышленные лазеры. Физические основы лазерной техники. Принцип действия и характеристики газовых лазеров, лазерные технологии.
- 1.21. Плоская электромагнитная волна в полубесконечной среде с постоянными физическими параметрами. Одиноканальная шина. Система двух шин. Проводящая пластина в продольном магнитном поле.
- 1.22. Сплошной цилиндр в продольном магнитном поле. Полый цилиндр в продольном магнитном поле.

- 1.23. Стадии нагрева стальных заготовок. Плоская электромагнитная волна в двухслойной среде.
- 1.24. Приближенный расчет параметров коротких индукторов.
- 1.25. Моделирование процессов нагрева ферромагнитных тел с учетом зависимости магнитной проницаемости от напряженности и от температуры.
- 1.26. Высокочастотный нагрев диэлектриков и полупроводников. Установки зонной плавки.
- 1.27. Термометрия. Температура. Температурные шкалы. Датчики температуры. Вторичные приборы.
- 1.28. Теплообмен теплопроводностью, конвекцией и излучением. Законы теплообмена. Законы теплопередачи. Основной закон теплопроводности Фурье.
- 1.29. Дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности с источниками тепла. Краевые условия. Критерии и числа подобия.
- 1.30. Матричные методы расчёта теплообмена излучением между поверхностями сложной формы.
- 1.31. Нагрев внутренними источниками тепла. Прямой нагрев сопротивлением. Индукционный нагрев. Диэлектрический нагрев. Электрошлаковый переплав.
- 1.32. Нагрев внешними потоками тепла. Косвенный нагрев сопротивлением. Дуговой и плазменный нагрев. Лазерный и электронный лучевой нагрев.
- 1.33. Источники питания постоянного тока для электролизных и электрохимических установок.
- 1.34. Основные схемы выпрямления, сглаживания и регулирования тока и напряжения в источниках питания.
- 1.35. Формирование падающих вольтамперных характеристик источника питания.
- 1.36. Условия совместимости источников питания с первичной сетью.
- 1.37. Коррекция коэффициента мощности источников питания за счет емкости компенсирующего устройства и за счет частоты преобразователя.
- 1.38. Система управления режимом работы источника питания.
- 1.39. Источники питания звуковой и ультразвуковой частот для установок индукционного нагрева.
- 1.40. Особенности построения схем инвертирования тока и силовых элементов для полупроводниковых источников питания установок индукционного нагрева.
- 1.41. Транзисторные генераторы, работающие на индукционную нагрузку. Согласование транзисторных генераторов с индукционной нагрузкой.
- 1.42. Согласование тиристорных преобразователей частоты с индукционной нагрузкой
- 1.43. Ламповые генераторы. Основные схемы генерации и регулирования мощности.
- 1.44. Генераторные триоды, параметры ламповых генераторов. Режимы работы ламповых генераторов.
- 1.45. Переработка промышленных отходов. Тепловые потери электротермических установок.
- 1.46. Пиролиз высокотоксичных отходов плазмой. Сжигание горючих отходов.
- 1.47. Переплав металлических и неметаллических отходов.
- 1.48. Использование методов электрохимического осаждения и электрокоагуляции при очистке жидкости от растворенных загрязнителей.

### **Список рекомендуемой литературы**

#### **Основная литература**

1. Бааке Э., Галунин С.А., Наке Б., Печенков А.Ю., Якович А. и др. Теоретические основы и аспекты электротехнологий. Физические принципы и реализация. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. 359 с.
2. Данилушкин А.И., Данилушкин В.А., Зимин Л.С. Основы промышленных электротехнологий: учеб. пособие. Самар.гос.техн.ун-т. - Самара : [б. и.], 2014. - 238 с.

3. Данилушкин А.И., Данилушкин В.А. Электротехнологические установки и системы: Учебник. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 374 с
4. А.А. Базаров, А.И. Данилушкин, В.А. Данилушкин. Обработка материалов методами электротехнологии. Учебное пособие. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018. – 227 с.
5. Установки индукционного нагрева. Под ред. Слухоцкого А.Е. Для студентов вузов. М.: Энергоиздат, 1981. 328 с.
6. Слухоцкий А.Е., Рыскин С.Е. Индукторы для индукционного нагрева. Л.: Энергия, 1974. 264с.
7. Головин Г.Ф., Замятин М.М. Высокочастотная термическая обработка. Л.: Машиностроение. 1990. 239 с.
8. Электрические промышленные печи. Учебник для вузов. Ч.1. Свенчанский А.Д. Электрические печи сопротивления. Изд. 2-е, перераб. М.: Энергия, 1975. 384 с.
9. Электрические промышленные печи: Дуговые печи и установки специального нагрева. Учебник для вузов/ Свенчанский А.Д. Жердев И.Т., Кручинин А.М. и др.; Под ред. А.Д. Свенчанского. -2-е изд. -М.: Энергоиздат, 1981. 296 с.
10. Теория и практика применения дуговых электропечей. Интенсивный курс. Специализация II / А. И. Алиферов [и др.]. - СПб. : СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2013. - 233 с. : ISBN 978-5-7629-1418-5
11. А.И. Алиферов, С. Луци. Электроконтактный нагрев. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004–224с.
12. Зиновьев, Г. С. Силовая электроника [Текст] : учеб. пособие для бакалавров / Г. С. Зиновьев ; Новосиб.гос.техн.ун-т. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2015. - 667 с

#### Дополнительная литература

13. Лыков А.В. Тепломассообмен (Справочник) М.: Энергия, 1978. – 480 с.
14. Кошляков, Н.С. Уравнения в частных производных математической физики [Текст] / Н.С. Кошляков, Э.Б. Глинер, М.М. Смирнов. — М., 1970. – 713 с.
15. Немков В.С., Демидович В.Б. Теория и расчет устройств индукционного нагрева. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1988. 280 с.
16. Elcut. Руководство пользователя: [https://elcut.ru/free\\_doc\\_r.htm](https://elcut.ru/free_doc_r.htm)
17. Введение в COMSOL Multiphysics: <https://www.comsol.ru/documentation>