

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



УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «СамГТУ»,

д.т.н. профессор

Д.Е. Быков

«26» декабря 2025 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.

## 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 сочетании письменной и устной форм в соответствии с установленным приемной комиссией СамГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить на вопросы и (или) решить задачи в соответствии с экзаменационными заданиями, которые охватывают содержание разделов и тем программы вступительных испытаний. Поступающий готовится к ответу письменно, используя экзаменационные листы, которые впоследствии хранятся в его личном деле, затем отвечает устно членам экзаменационной комиссии.

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 каждой научной специальности, 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, скинэффект. 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. Одиночная 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. Алиферов А.И., Барглик Д., Горева Л.П. Теория и практика применения дуговых электропечей. Интенсивный курс. Специализация II / А.И. Алиферов [и др.].- СПб., СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013.- 233
3. Алиферов А. Электроконтактный нагрев металлов / А. Алиферов, С.Луи; Новосибирск. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, Изд-во НГТУ, 2004.- 223 с.
4. 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.
5. Данилушкин А.И., Данилушкин В.А. Электротехнологические установки и системы: Учебник. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 374 с
6. А.И. Данилушкин, В.А. Данилушкин. Обработка материалов методами электротехнологии. Учебное пособие. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018. – 227 с.
7. Бааке Э., Барглик Д., Никаноров А. МГД технологии в металлургии. Интенсивный курс. Специализация IV / Э. Бааке [и др.].- СПб., СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013.- 249 с.
8. В.С. Чередниченко, А.С. Бородачев, В.Д. Артемьев. Электрические печи сопротивления. Конструкция и эксплуатация электропечей сопротивления. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006– 572с.
9. В.С. Чередниченко, А.С. Бородачев, В.Д. Артемьев. Электрические печи сопротивления. Теплопередача и расчет электропечей сопротивления. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006– 624с.

10. В.С. Чередниченко, А.С. Анышаков, М.Г. Кузьмин. Плазменные электротехнологические установки. Учебник для ВУЗов. Новосибирск, Изд-во НГТУ, 2007. – 508с.
11. Теория и практика применения дуговых электропечей. Интенсивный курс. Специализация II / А.И. Алиферов [и др.]. - СПб. : СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2013. - 233 с.
12. Головин Г.Ф., Замятин М.М. Высокочастотная термическая обработка. Л.: Машиностроение. 1990. 239 с.
13. Бааке Э., Барглик Д., Долега Д., Лупи С. Источники питания. Математическое моделирование и оптимизация : Интенсив. курс Основы II / Э. Бааке [и др.].- СПб., СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2013.- 323 с.
14. 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
15. Исаченко, В.П. Теплопередача [Текст] : учеб. / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. - 5-е изд., стер. - Чебоксары : ООО"ТИД"Арис", 2014. - 417 с.

### Дополнительная литература

16. Установки индукционного нагрева. Под ред. Слухоцкого А.Е. Для студентов вузов. М.: Энергоиздат, 1981. 328 с.
17. Слухоцкий А.Е., Рыскин С.Е. Индукторы для индукционного нагрева. Л.: Энергия, 1974. 264с.
18. Лыков А.В. Тепломассообмен (Справочник) М.: Энергия, 1978. – 480 с.
19. Кошляков, Н.С. Уравнения в частных производных математической физики [Текст] / Н.С. Кошляков, Э.Б. Глинер, М.М. Смирнов. — М., 1970. — 713 с.
20. Немков В.С., Демидович В.Б. Теория и расчет устройств индукционного нагрева. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1988. 280 с.
21. Elcut. Руководство пользователя: [https://elcut.ru/free\\_doc\\_r.htm](https://elcut.ru/free_doc_r.htm)
22. Электрические промышленные печи. Учебник для вузов. Ч.1. Свенчанский А.Д. Электрические печи сопротивления. Изд. 2-е, перераб. М.: Энергия, 1975. 384 с.
23. 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.
24. Беркович Е.И., Ивенский Г.В., Иоффе Ю.С. Тиристорные преобразователи повышенной частоты для электротехнологических установок / сост.: Е.И. Беркович, Г.В. Ивенский, Ю.С. Иоффе; [Е.И. Беркович, Г.В. Ивенский, Ю.С. Иоффе и др.].- Л., Энергоатомиздат, 1983.- 204 с.
25. Миронова А.Н., Миронов Ю.М. Миронова, А.Н. Электрооборудование и электроснабжение электротехнологических установок : учеб. пособие / А.Н. Миронова, Ю.М. Миронов .- 2-е изд., перераб. и доп..- М., Инфра-М, 2022.- 469 с.
26. Шеховцов, В.П. Электрическое и электромеханическое оборудование : Учеб. / В.П. Шеховцов.- М., Форум, 2004М., Инфра-М.- 408 с.
27. Васильев В.Н., Куцакова В.Е., Фролов С.В. Васильев, В.Н. Технология сушки. Основы тепло- и массопереноса : учеб. / В.Н. Васильев, В.Е. Куцакова, С.В. Фролов.- СПб., ГИОРД, 2013.- 223 с.
28. Котенев, В.И. Системы автоматического управления электротехническими установками с конвективным теплообменом : моногр. / В.И. Котенев; Самар.гос.техн. ун-т.- Самара, 2016.- 200 с.
29. Алиферов А.И., Бааке Э., Барглик Д., Бикеев Р.А. Оптимизация и управление электротехнологическими системами. Интенсивный курс Специализация III / А.И. Алиферов [и др.].- СПб., СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2013.- 265 с.