

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

Проректор по науке и инновациям

А.И. Землянухин

« 22 » декабря 2025 г.



ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Научная специальность

2.4.4 «Электротехнология и электрофизика»

Саратов, 2025

1. Теоретические основы электротехники

Общая характеристика классического метода анализа переходных процессов в динамических цепях. Анализ переходных процессов в разветвленных цепях 1-го порядка.

Анализ переходных процессов в цепях высокого порядка по уравнениям состояния. Анализ цепей высокого порядка по дискретным резистивным схемам замещения.

Свободный процесс в последовательном RLC-контуре (случаи апериодического, колебательного и критического режимов). Свободный процесс в идеальном LC-контуре.

Определение реакции при воздействии кусочно-линейной формы (метод последовательного дифференцирования, разложение на простейшие составляющие). Определение реакции при воздействии произвольной формы.

Законы Кирхгофа в комплексной форме. Комплексные вольтамперные характеристики элементов цепи. Последовательная RLC-цепь в установившемся синусоидальном режиме. Параллельная RLC-цепь в установившемся синусоидальном режиме.

Мощность в установившемся синусоидальном режиме. Энергетические характеристики элементов цепи. Мощность в комплексной форме. Баланс мощностей. Ограничение угла пассивного двухполюсника.

Законы Кирхгофа и схемы замещения элементов в операторной форме. Расчет переходных процессов в цепях операторным методом.

Передающая функция цепи и ее связь с дифференциальным уравнением, импульсной, переходной и частотными характеристиками цепи.

Периодические сигналы. Тригонометрические формы ряда Фурье. Ряд Фурье в комплексной форме. Дискретные спектральные характеристики периодического сигнала. Использование преобразования Лапласа для расчета коэффициентов ряда Фурье и спектра периодического сигнала.

Мощность в установившемся периодическом режиме. Действующие значения токов и напряжений. Анализ установившихся периодических режимов в цепях.

Переход от периодических сигналов к апериодическим и от рядов к интегралу Фурье.

Связь преобразования Лапласа с односторонним преобразованием Фурье.

Основные понятия и определения индуктивно-связанных цепей. Особенности расчета цепей с магнитными связями. Эквивалентное исключение индуктивных связей.

Последовательное и параллельное соединения индуктивно-связанных элементов. Трансформатор в линейном режиме.

2. Электротехнология и электрофизика

2.1. Научно-технические основы электротехнологий

Классификация электротехнологических установок. Основные методы преобразования электрической энергии в тепловую. Перспективные направления в использовании электроэнергии для технологических процессов.

Использование моделирования физического, математического и численного моделирования для решения задач электрического нагрева и его оптимизации. Основные законы подобия и процессов в электротермических установках.

2.2. Физические принципы и техническая реализация современных электротехнологических процессов и установок

Эффект теплообразования при прохождении электрического тока по проводнику. Сопротивление проводника. Особенности тепловыделения в сопротивлении. Основные законы теплопередачи от элемента сопротивления к объекту нагрева. Влияние геометрии рабочего пространства и третьих тел на теплопередачу. Основные методы расчёта стационарных и нестационарных тепловых полей. Решение тепловых задач с внутренними источниками тепла.

Перенос и преобразование энергии в электромагнитном поле. Плоская волна, скинэффект. Процесс взаимодействия электромагнитного поля с металлом. Электромагнитные явления в металлах с постоянной магнитной проницаемостью. Принцип индукционного нагрева. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности системы «индуктор-металл». Электродинамические процессы в ферромагнитных телах. Источники питания индукционных установок. Механические усилия в электродинамических системах. Взаимодействия электромагнитного поля с плазмой и расплавленным металлом.

Канальные и тигельные печи индукционного нагрева. Магнитогидродинамические процессы в ванне печи. Энергетический баланс установки. Источники питания и электрооборудование тигельных печей. Энергетический баланс канальной печи. Электродинамические явления в каналах печей.

Установки индукционного нагрева на средних и высоких частотах. Установки сквозного нагрева. Выбор основных параметров установок

сквозного нагрева. Источники питания и электрооборудование на средних частотах.

Индукционная поверхностная закалка. Зависимость микроструктуры стали от режимов нагрева и охлаждения при закалке. Выбор основных параметров установок индукционной закалки.

Ламповые генераторы. Режимы работы ламповых генераторов. Высокочастотный нагрев диэлектриков и полупроводников. Установки зонной плавки.

Электродуговая сварка. Особенности формирования сварочных дуг. Источники питания сварочных дуг. Плазменно-дуговая сварка и резка металлов. Физические основы плазменной сварки и резки металлов. Контактная сварка. Физические основы электрической контактной сварки. Стыковая сварка. Точечная сварка. Шовная сварка. Электрооборудование установок контактной сварки.

Промышленные лазеры. Физические основы лазерной техники. Принцип действия и характеристики газовых лазеров, лазерные технологии.

2.3. Теоретические основы высокочастотной электротехники

Плоская электромагнитная волна в полубесконечной среде с постоянными физическими параметрами.

Одиночная шина. Система двух шин. Проводящая пластина в продольном магнитном поле.

Сплошной цилиндр в продольном магнитном поле.

Полый цилиндр в продольном магнитном поле.

Стадии нагрева стальных заготовок.

Плоская электромагнитная волна в двухслойной среде.

Приближенный расчет параметров коротких индукторов.

2.4. Электронагрев

Термометрия. Температура. Температурные шкалы. Датчики температуры. Вторичные приборы.

Теплообмен теплопроводностью, конвекцией и излучением. Законы теплообмена.

Матричные методы расчёта теплообмена излучением между поверхностями сложной формы.

Нагрев внутренними источниками тепла. Прямой нагрев сопротивлением. Индукционный нагрев. Диэлектрический нагрев. Электрошлаковый переплав.

Нагрев внешними потоками тепла. Косвенный нагрев сопротивлением. Дуговой и плазменный нагрев. Лазерный и электронный лучевой нагрев.

2.5. Источники электропитания электротехнологических установок.

Источники питания электротехнологических установок с первичной энергией в виде электросети промышленной частоты. Система управления режимом работы источника питания.

Источники питания постоянного тока для электротехнологических установок. Основные схемы выпрямления, регулирования тока и напряжения источника питания. Формирования падающих вольтамперных характеристик источника питания. Условия совместимости источников питания с первичной сетью. Коррекция коэффициента мощности источников питания.

Источники питания звуковой и ультразвуковой частот для установок индукционного нагрева. Особенности построения схем инвертирования тока и выбор элементов базы для полупроводниковых источников питания установок индукционного нагрева. Транзисторные генераторы. Индукционный нагреватель, как нагрузка, транзисторного генератора. Согласование транзисторных генераторов с индукционной нагрузкой.

Ламповые генераторы. Основные схемы генерации и регулирования мощности. Генераторные триоды, параметры ламповых генераторов.

2.6. Процессы переработки промышленных отходов

Промышленные отходы. Тепловые потери электротермических установок. Разложение высокотоксичных отходов плазмой. Сжигание горючих отходов.

Переплавление металлических и неметаллических отходов.

Обращение с побочными продуктами процессов переработки промышленных отходов. Обезвоживание и сушка жидких радиоактивных отходов.

Литература к разделу 1

1. Синдеев, Ю. Г. Электротехника с основами электроники : учебное пособие / Ю. Г. Синдеев. - 3-е изд. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2020. - 407 с.
2. Прянишников, В. А. Электротехника и ТОО в примерах и задачах [Текст] : практическое пособие / В. А. Прянишников, Е. А. Петров, Ю. М. Осипов ; под общ. ред. В. А. Прянишникова. - Санкт-Петербург : Корона.Век, 2021. - 336 с.

3. Курников, Ю. С. Электротехника : учебное пособие / Ю. С. Курников. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 112 с. — ISBN 978-5-4497-4608-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/152975.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. — DOI: <https://doi.org/10.23682/152975>

Литература к разделу 2

1. Теория автоматического управления : учебное пособие / Г. Т. Кулаков, А. Т. Кулаков, В. В. Кравченко [и др.] ; под редакцией Г. Т. Кулакова. — Минск : Вышэйшая школа, 2022. — 200 с. — ISBN 978-985-06-3451-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129997.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Сысенко, В. Т. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие / В. Т. Сысенко, Н. С. Попов. — 3-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2024. — 84 с. — ISBN 978-5-7782-5318-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/156075.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Волков, Д. В. Системы управления электроприводов. Выполнение расчетов : учебное пособие / Д. В. Волков. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 84 с. — ISBN 978-5-4497-3359-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/141846.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Сивков, А. А. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / А. А. Сивков, А. С. Сайгаш, Д. Ю. Герасимов. — 3-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 173 с. — ISBN 978-5-4497-1310-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/147322.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Волков, Д. В. Силовая электроника. Силовые преобразователи в электроприводе : учебное пособие / Д. В. Волков. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 93 с. — ISBN 978-5-4497-3379-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/142257.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6. Меньшенин, С. Е. Теория электропривода. Расчет параметров электрического привода и выбор его элементов : учебное пособие / С. Е. Меньшенин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 195 с. — ISBN 978-5-4497-2280-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/131963.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/131963>

7. Муконин, А. К. Основы теории электроприводов : учебное пособие / А. К. Муконин, А. В. Романов, В. А. Трубецкой. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 170 с. — ISBN 978-5-4497-1136-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108321.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

8. Афонькина, В. А. Теория автоматического управления электрооборудованием и электротехнологиями в сельском хозяйстве : учебное пособие / В. А. Афонькина, В. М. Попов, Н. М. Рычкова. — Челябинск : Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-88156-881-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/139493.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

9. Установки индукционного нагрева. Под ред. Слухоцкого А.Е. Для студентов вузов. - М.: Энергоиздат, 1981. - 328 с.

10. Давыдов, Д. А. Вспомогательные системы электротехнических установок : учебное пособие для студентов направлений 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов" / Д. А. Давыдов, А. В. Ливчина ; Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А. - Саратов : СГТУ, 2020. - 143 с.

11. Антонов, И. Н. Диэлектрический нагрев : учебное пособие для студентов направлений 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств" / И. Н. Антонов ; Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А. - Москва : Перо, 2021. - 96 с.

12. Давыдов, Д. А. Источники питания электротехнологических установок и комплексов : учебное пособие по дисциплине "Источники питания электротехнологических установок" для студентов, обучающихся по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Д. А. Давыдов, Т. Ю. Дунаева, Е. К. Пыльская ; Саратовский государственный

технический университет имени Гагарина Ю. А. - Саратов : Амирит, 2022. - 116 с.

13. Давыдов, Д. А. Информационно-измерительные системы электротехнологических установок и комплексов : учебное пособие по дисциплине "Источник питания электротехнологических установок" для студентов, обучающихся по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" всех форм обучения / Д. А. Давыдов, Е. К. Пыльская ; Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., Кафедра "Электроэнергетика и электротехника". - Саратов : Амирит, 2022. - 208 с.

14. Антонов, И. Н. Индукционный, ВЧ и СВЧ нагрев : учеб. пособие для студ. профиля "Электротехнологические установки и системы" направления подгот. 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / И. Н. Антонов, В. С. Алексеев ; Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А. - Саратов : СГТУ, 2016.

Ч. 1 : Теоретические основы индукционного нагрева. - 2016. - 120 с.

15. Дуговые электропечи : учебное пособие для вузов / А. И. Алиферов, Р. А. Бикеев, Л. П. Горева [и др.]. — 2-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 204 с. — ISBN 978-5-7782-3494-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91199.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

16. Дзлиев С.В. Транзисторные генераторы для индукционного нагрева. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. 143 с.

17. Опре В.М. Основы силовой импульсной техники. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. 170 с.

18. 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.

19. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, Sim-PowerSystems и Simulink. - М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. -288 с.

20. Дмитренко, А. В. Математическое моделирование задач тепломассообмена в примерах : учебное пособие / А. В. Дмитренко. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. — 42 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/122111.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

21. Цветова, Е. В. Математическое моделирование теплофизического эксперимента : учебное пособие / Е. В. Цветова, В. Н. Ковальногов. — Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2022. — 75 с. — ISBN 978-5-9795-2255-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129286.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

22. Горбачев, М. В. Моделирование задач теплообмена в среде ANSYS FLUENT : учебное пособие / М. В. Горбачев, В. С. Наумкин, В. А. Спарин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2023. — 118 с. — ISBN 978-5-7782-5014-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/155878.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

23. Бычкова, Т. В. Математическое моделирование средствами Matlab : учебное пособие / Т. В. Бычкова. — Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2025. — 104 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/156444.html> (дата обращения: 15.12.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

/ Зав.кафедрой ЭЛЭТ
д.т.н., профессор



Ю.Б. Томашевский