

Утверждено на заседании ученого совета
Протокол от 22 декабря 2025 г. №5

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

при приеме на обучение по образовательным программам высшего
образования – программам подготовки научных и научно-педагогических
кадров в аспирантуре по дисциплине
«Электротехнические комплексы и системы»

Программа вступительного испытания в аспирантуру «Электротехнические комплексы и системы»

Введение.

Программа для поступающих дает возможность ознакомиться с кругом вопросов, необходимых для поступления в аспирантуру на научную специальность "Электротехнические комплексы и системы", объектами изучения которой являются электротехнические комплексы и системы генерирования электрической энергии, электропривода, электроснабжения и электрооборудования промышленного назначения, транспортных средств, аэрокосмической техники, морских и речных судов, служебных и жилых зданий, специальной техники, включая их компоненты – электромеханические и электромагнитные преобразователи, электрические и электронные аппараты.

Раздел 1. Электромеханика и электрические аппараты.

1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии.

1.1 Развитие энергетики и электроэнергетических систем. Выработка электроэнергии на тепловых, гидравлических и атомных станциях. Возобновляемые источники электроэнергии, автономные электроэнергетические системы, проблема охраны окружающей среды.

1.2. Применение электрических машин, трансформаторов и аппаратов в системах генерирования, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

1.3. Электромеханическое преобразование энергии и физические законы, на которых оно основано.

1.4. Обобщенная электрическая машина - математическая модель электрических машин всех типов. Допущения при записи уравнений обобщенной машины. Дифференциальные уравнения в различных системах координат. Уравнения Парка-Горева синхронной машины. Физический смысл параметров обобщенной машины - коэффициентов в дифференциальных уравнениях.

1.5. Электромагнитный момент обобщенной электрической машины, уравнение движения ротора. Статические и динамические механические характеристики электродвигателей. Способы измерения момента.

1.6. Временные и пространственные гармоники в электрических машинах, параметры высших гармоник. Методы расчета гармоник магнитодвижущей силы (МДС) и магнитной индукции в воздушном зазоре с учетом формы зубцовой зоны сердечников и нелинейных свойств магнитной цепи.

2. Общие вопросы машин переменного тока.

2.1. Электродвижущая сила (ЭДС), индуцированная в проводнике, расположенном в пазу электрической машины, зависимость ее от индукции в зазоре. ЭДС витка, катушки, катушечной группы и фазы.

2.2. МДС обмоток переменного тока. Укорочение шага, скос пазов, распределение обмоток.

2.3. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Конструкция асинхронных двигателей с к.з. и фазным ротором. Асинхронные двигатели с повышенными пусковыми свойствами.

2.4. Уравнение электрического равновесия асинхронной машины. Схемы замещения асинхронных двигателей. Электромагнитная мощность и основные

электромагнитные соотношения в асинхронных машинах. Электромагнитный момент асинхронного двигателя.

2.5. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Потери и КПД. Рабочие характеристики асинхронных двигателей.

2.6. Механические характеристики асинхронных двигателей. Пуск в ход асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.

2.7. Асинхронный двигатель в однофазном режиме. Конденсаторные асинхронные двигатели.

2.8. Конструкция явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин. Синхронные машины малой мощности (шаговые, реактивные, гистерезисные, униполярные). Способы охлаждения синхронных машин.

2.9. Диаграмма Потье турбогенератора. Построение регулировочной характеристики по диаграмме Потье. Векторные диаграммы синхронных явнополюсных машин при разных типах нагрузок.

2.10. Синхронная машина, работающая параллельно с сетью. Синхронизация синхронных машин. Синхронизирующая мощность и момент СМ. Регулирование активной и реактивной мощности синхронного генератора.

2.11. Векторная диаграмма синхронной машины, работающей параллельно с сетью. V-образные характеристики синхронных машин.

3. Машины постоянного тока.

3.1. Магнитное поле в машинах постоянного тока. Способы возбуждения машин постоянного тока. Магнитоэлектрические машины.

3.2. Основные уравнения МПТ. ЭДС якоря. МДС магнитной цепи и обмотки возбуждения. Уравнение момента и электромагнитной мощности.

3.3. Щеточный контакт и его вольт-амперные характеристики. Уравнения классической теории коммутации, виды коммутационных процессов. Анализ факторов, влияющих на коммутацию. Способы улучшения коммутации. Критерии потенциальной устойчивости и меры борьбы с круговым огнем. Настройка коммутации.

3.4. Обмотки якоря. Волновые, петлевые, комбинированные. Уравнивательные соединения первого и второго рода. Обмотки добавочных полюсов, компенсационные обмотки.

3.5. Энергетическая диаграмма двигателя постоянного тока. Потери и КПД.

3.6. Пуск двигателей постоянного тока. Регулирование скорости вращения. Энергоэффективность методов регулирования.

3.7. Магнитное поле МПТ на холостом ходу и под нагрузкой. Реакция якоря. Способы борьбы с вредными последствиями реакции якоря.

3.8. Исполнительные двигатели систем автоматики. Быстродействие ДПТ. Машины с гладким и полым якорем. Тахогенераторы постоянного и переменного тока.

3.9. Генераторы постоянного тока и их основные характеристики. Механические и рабочие характеристики ДПТ с различными типами возбуждения.

4. Трансформаторы.

4.1. Трансформаторы как электромагнитные преобразователи энергии. Физические процессы в трансформаторе. Магнитные системы и обмотки трансформаторов, группы соединения обмоток. Несимметричные режимы работы.

4.2. Основные уравнения и схема замещения трансформатора. Параметры трансформаторов, методы их определения. Параллельная работа трансформаторов.

4.3. Потери и КПД трансформаторов. Соединение обмоток Y/Δ и Δ/Y и процессы, происходящие в обмотках и сердечниках таких трансформаторов.

- 4.4. Короткое замыкание в трансформаторе. Переходные процессы при внезапном к.з. трансформатора. Переходный процесс при включении трансформатора в сеть.
- 4.5. Материалы активных частей трансформаторов. Изоляционные материалы и классы их нагревостойкости.
- 4.6. Системы охлаждения трансформаторов. Нагрев и теплоотвод при различных типах охлаждения.
- 4.7. Регулирование напряжения трансформатора под нагрузкой и без нагрузки. Вольтодобавочные трансформаторы.

Библиографический список к разделу 1:

1. Вольдек, А. И. Электрические машины : учебник / А. И. Вольдек. - 3-е изд., перераб. - Ленинград : Энергия, 1978. - 832 с. - Текст : непосредственный.
2. Вольдек, А. И. Электрические машины : машины перемен. тока : учебник / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2010. - 349 с. - Текст : непосредственный.
3. Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. - Документ Reader. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. - 300 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Прил. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/167448/#1> (дата обращения: 07.04.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-2637-9. - Текст : электронный.
4. Кацман, М. М. Электрические машины автоматических устройств : учеб. пособие / М. М. Кацман. - Москва : Форум : Инфра-М, 2002. - 264 с. - (Проф. образование). - ISBN 5-8199-0027-8. - ISBN 5-16-000831-4. - Текст : непосредственный.
5. Кацман, М. М. Электрические машины : учебник / М. М. Кацман. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш.шк., 2003. - 469 с. - Текст : непосредственный.
6. Копылов И. П. Электрические машины : учебник / И. П. Копылов. - 3-е изд., испр. - Москва : Высш. шк., 2002. - 607 с. - ISBN 5-06-003841-6. - Текст : непосредственный.
7. Иванов-Смоленский, А. В. Электрические машины : учебник / А. В. Иванов-Смоленский. - Москва : Энергия, 1980. - 927 с.. - Текст : непосредственный.
8. Копылов, И. П. Электрические машины : учеб. для бакалавров электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов / И. П. Копылов ; под ред. И. П. Копылова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2012. - 675 с. : ил. - (Бакалавр). - Предм. указ. - ISBN 978-5-9916-1501-3. - Текст : непосредственный.
9. Макаричев, Ю. А. Синхронные машины : учеб. пособие / Ю. А. Макаричев, В. Н. Овсянников ; Самар. гос. техн. ун-т. - Самара : [б. и.], 2011. - 152 с.. - Текст : непосредственный.
10. Поляков, А. Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. 29.03.02 "Технологии и проектирование текстил. изделий", 15.03.04 "Автоматизация технол. процессов и производств", 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 15.03.02 "Технол. машины и оборудование", 09.03.01 "Информатика и вычисл. техника", 09.03.02 "Информ. системы и технологии" / А. Е. Поляков, А. В. Чесноков, Е. М. Филимонова. - Документ read. - Москва : ФОРУМ [и др.], 2022. - 223 с. - URL: <https://znanium.com/read?id=386065> (дата обращения: 30.11.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-00091-707-7. - 978-5-16-015358-2. - 978-5-16-102979-4. - Текст : электронный.

Раздел 2. Электротехнические комплексы и системы.

1. Электроснабжение.

1.1. Системы электроснабжения промышленных предприятий и их связь и с

электрическими системами. Характерные особенности промышленных электрических установок в ряде отраслей промышленности (машиностроительная, химическая, горнодобывающая и др.).

1.2. Основные характеристики потребителей и приемников электроэнергии. Электрические нагрузки и факторы, влияющие на точность их определения. Вероятностная модель случайного графика нагрузок. Построение годовых графиков нагрузок.

1.3. Статистические и практические способы методы расчета электрических электрических нагрузок. Метод упорядоченных диаграмм. Методы определения и расчета электрических нагрузок однофазных и трехфазных электроприемников, а именно: двигательных, термических, сварочных, осветительных и других электроустановок.

1.4. Потребители реактивной мощности. Потери активной и реактивной энергии в элементах систем электроснабжения.

1.5. Классификация электрических сетей систем электроснабжения по назначению, окружающей среде (внутренние, наружные и др.), схемам (радиальные, магистральные, смешанные). Особенности эксплуатации и требования, предъявляемые в зависимости от технологии потребления. Марки, типы и конструкции проводов, кабелей и шинопроводов.

1.6. Цеховые сети напряжением в помещениях с нормальной средой и в помещениях с пожароопасной и взрывоопасной средой. Расчет сетей по технологическим и экономическим условиям (нагреву, потере напряжения, экономической плотности тока, экономическим интервалам и др.). Выбор аппаратов защиты цеховых электрических сетей и отдельных электроустановок.

1.7. Назначение, классификация и компоновки цеховых подстанций и ТП. Выбор их местоположения, а также мощности, количества и типов цеховых трансформаторов по полной расчетной нагрузке по условиям надежности, с учетом компенсации реактивной мощности.

1.8. Режимы реактивной мощности в сетях промышленных предприятий. Проблемы снижения реактивной мощности. Показатели компенсации активной мощности. Средства и способы компенсации РМ в цеховых сетях. Расчет и размещение компенсирующих устройств в цеховых сетях.

1.9. Основные сведения о надежности систем электроснабжения. Оценка взаимосвязи технологии производства и надежности электроснабжения. Энергообеспеченность технологических агрегатов и процессов. Определение прямого и дополнительного ущерба. Методы оптимизации надежности электроснабжения.

1.10. Защитные заземления в промышленных установках с изолированной и заземленной нейтралью.

1.11. Основные понятия об АСУ и АСДУ электроснабжения промпредприятий. Принципы построения и задачи, решаемые АСУЭ. Информационное, математическое и организационное обеспечение АСУЭ. Телемеханизация и использование современных локальных вычислительных сетей в управлении СЭС промпредприятий.

1.12. Компьютерное и информационное моделирование сетей электроснабжения. Задачи и алгоритмы оптимального оперативного управления, диагностики оборудования, анализа надежности, учета потребления, компенсации реактивной мощности, улучшения качества, снижения потерь и экономии электроэнергии ЭПП.

2. Теория электропривода.

2.1. Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом, его обобщенные функциональные схемы и электромеханические свойства двигателей различных типов.

2.2. Математические модели, характеристики и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов в двигательном, тормозном и установившемся режимах работы.

2.3. Частотный и спектральный анализ переходных процессов в электроприводах с учетом нелинейностей, упругих звеньев и связей. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода. Формирование оптимальных переходных процессов электропривода с учетом процессов в рабочем механизме.

2.4. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий. Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или нелинейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.

2.5. Регулирование координат электропривода. Основные характеристики систем электроприводов и, в частности, приборных систем электроприводов.

2.6. Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы. Тяговые электроприводы.

2.7. Основные этапы проектирования электропривода.

2.6. Автоматическое управление электроприводом. Основные функции и структуры, типовые функциональные схемы и системы автоматического управления (САУ) электроприводом (автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс, остановка электродвигателей).

2.9. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.

2.10. Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ.

2.11. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока с асинхронными, синхронными, линейными двигателями, машинами двойного питания, а также с тиристорными преобразователями. Структура управления специальными приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.п.).

2.12. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.

2.13. Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство за данных переменных. Типовые узлы и типовые следящие САУ непрерывного и дискретного действия. Оптимальные и инвариантные САУ. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий. Цифровые САУ.

2.14. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах. Применение микропроцессоров и микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.

2.15. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.

2.16. Надежность и техническая диагностика электроприводов.

3. Электрические системы и сети.

3.1. Классификация электрических систем, сетей и их важнейших составляющих частей. Новые типы устройств и электроустановок электрических сетей. Основные физические процессы передачи, распределения и потребления электрической энергии и их физико-математические модели.

3.2. Сведения об условиях работы и конструктивном выполнении линий электрических сетей. Их паспортные данные, схемы замещения, характеристики и параметры. Расчет опор и проводов воздушных линий электропередачи. Элементы

теории передачи энергии по линиям электрической сети.

3.3. Сведения об условиях работы и конструктивном выполнении трансформаторов и автотрансформаторов.

3.4. Режим заземления нейтрали в сетях различного напряжения.

3.5. Расчеты режимов разомкнутых и простейших замкнутых электрических сетей. Расчеты режимов сложных электрических сетей с применением элементов матричной алгебры, теории графов и математического моделирования. Методы расчета установившихся режимов электрических сетей.

3.6. Регулирование рабочих режимов электрических сетей. Регулирование напряжения в электрических сетях.

3.7. Основы технико-экономических расчетов электрических сетей.

3.8. Качество электрической энергии. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах, районных электрических сетях и системах электроснабжения.

3.9. Особенности расчетов электрических режимов протяженных электропередач переменного и постоянного тока. Пути, методы и средства увеличения пропускной способности и экономичности работы дальних электропередач.

Библиографический список к разделу 2:

1. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения : межгос. стандарт : утв. и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 июля 2013 г. N 400-ст : дата введения 2014-07-01. – Текст : электронный // Консорциум Кодекс. Электрон. фонд правовой и нормативно-техн. документации : [сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 09.04.2024).

2. Бурков, А. Ф. Гребные электрические установки: обзор, анализ, перспективы развития : монография / А. Ф. Бурков, В. В. Миханович. – Документ reader. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 199 с. – (Научная мысль). – Прил. – URL: <https://znanium.com/read?id=391739> (дата обращения: 08.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-16-109776-2. – Текст : электронный.

3. Бурков, А. Ф. Улучшение характеристик электроизоляционных материалов обмоток электрических машин : монография / А. Ф. Бурков, Д. С. Николаев, В. Н. Юрин ; под ред. А. Ф. Буркова. – Документ reader. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 156 с. – (Научная мысль). – URL: <https://znanium.com/read?id=400732> (дата обращения: 08.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-16-110049-3. – Текст : электронный.

4. Епифанов, А. П. Электропривод : учеб. для вузов по специальности "Электрификация и автоматизация сел. хоз-ва" / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский ; под ред. А. П. Епифанова. – Документ Reader. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. – 400 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Прил. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/168425/#1> (дата обращения: 06.04.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-8114-1234-1. – Текст : электронный.

5. Зуев, С. М. Энергетическая эффективность систем электрооборудования автономных объектов : монография / С. М. Зуев, Р. А. Малеев, А. Е. Чернов. – Документ reader. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 170 с. – (Научная мысль). – URL: <https://znanium.com/read?id=386731> (дата обращения: 08.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-16-109659-8. – Текст : электронный.

6. Корнилов, Г. П. Моделирование электротехнических комплексов промышленных предприятий : учеб. пособие / Г. П. Корнилов, А. А. Николаев, Т. Р. Храмшин. – Изд. 2-е, испр. – Документ Reader. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. – 240 с. – Прил. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/152595> (дата обращения: 08.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-8114-5367-2. – Текст : электронный.

7. Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : учеб. пособие по направлению

"Электроэнергетика" / А. В. Лыкин. – Москва : Унив. кн. : Логос, 2006. – 253 с. : ил. – (Новая Университетская Библиотека). – ISBN 5-98704-055-8. – Текст : непосредственный.

8. Манусов, В. З. Применение методов искусственного интеллекта в задачах управления режимами электрических сетей Smart Grid : монография / В. З. Манусов, Н. Хасанзода, П. В. Матренин. – Документ Reader. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. – 240 с. – (Монографии НГТУ). – Прил. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/152225#237> (дата обращения: 22.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-77-82-3911-1 : 0-00. – Текст : электронный.

9. Петушков, М. Ю. Проактивная диагностика для повышения ресурсоэффективности эксплуатации асинхронных электроприводов : монография / М. Ю. Петушков. – Документ reader. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 237 с. – (Научная мысль). – URL: <https://znanium.com/read?id=360937> (дата обращения: 08.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-16-108541-7. – Текст : электронный.

10. Фурсов, В. Б. Моделирование электропривода : учеб. пособие / В. Б. Фурсов. – 2-е изд., испр. и доп. – Документ Reader. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2019. – 217 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/121467/#1> (дата обращения: 15.10.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-8114-3566-1. – Текст : электронный.

11. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций : учеб. пособие для вузов по направлению "Телекоммуникации" / В. М. Бушуев, В. А. Деминский, Л. Ф. Захаров [и др.]. – Москва : Горячая линия - Телеком, 2009. – 384 с. : схем. – (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность "Телекоммуникации"). – ISBN 978-5-9912-0077-6 : 223-06;223-05. – Текст : непосредственный.

Раздел 3. Теория автоматического управления.

1. Линейные системы в теории автоматического управления.

Общая характеристика объектов и систем автоматического управления. Классификация систем автоматического управления. Регулярные сигналы и их характеристики. Преобразование Фурье и его основные свойства. Спектры сигналов. Основные тестовые сигналы. Основные способы математического описания САУ. Определение линейной стационарной системы. Динамическое поведение линейных систем. Интеграл Дюамеля. Преобразование Лапласа.

2. Частотный метод исследования линейных систем.

Элементы теории функции комплексного переменного. Связь преобразований Лапласа и Фурье. Понятие о логарифмических частотных характеристиках. Связь дифференциального уравнения с частотными характеристиками. Структурный анализ линейных систем. Типовые динамические звенья. Основные способы соединения звеньев. Соединение с обратной связью. Передаточные функции замкнутой системы. Формула Мэйсона. Типовые законы регулирования.

3. Устойчивость линейных систем

Понятие устойчивости и ее определение. Основные виды устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Устойчивость и установившаяся погрешность. Частотные критерии устойчивости. Применение критериев для исследования устойчивости систем. Анализ устойчивости по ЛЧХ. Обеспечение устойчивости. Структурная устойчивость. Исследование качества линейных систем. Точность работы систем в установившихся режимах. Построение кривой переходного процесса.

4. Нелинейные системы в теории автоматического управления

Характеристика нелинейных систем. Метод фазовой плоскости. Устойчивость нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости Попова. Автоколебания в нелинейных системах.

5. Цифровые САУ

Основные характеристики цифровых систем. Исследование динамики цифровых систем. Расчет непрерывной коррекции методом ЛЧХ.

6. Оптимальные САУ

Основные понятия об оптимальном управлении. Определение статических характеристик объекта по плотности вероятности. Определение статических характеристик объекта методом корреляционного анализа. Классификация оптимальных систем. Методы синтеза оптимального управления в статическом режиме. Методы определения оптимального управления на основе множителей Лагранжа и линейного/нелинейного программирования.

7. Инвариантные САУ

Инвариантность и ее практическая реализация в САУ. Комбинированные системы. Синтез комбинированных систем на основе типовых передаточных функций. Синтез комбинированных систем методом ЛЧХ.

8. Самонастраивающиеся САУ

Классификация самонастраивающихся систем. Принципы построения систем, самонастраивающихся по сигналам внешних воздействий. Принципы построения систем, самонастраивающихся по динамическим характеристикам объектов управления. Использование анализаторов характеристик объектов управления и системы. Синтез контура самонастройки. Алгоритмы идентификации объектов управления. Алгоритмы оценки параметров сигналов. Методы исследования самонастраивающихся систем.

Библиографический список к разделу 3.

1. Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование : справочник : [учеб. пособие для вузов] / И. И. Алиев. – Москва : Высш. шк., 2010. – 1199 с. – (Для высших учебных заведений). – Прил. – ISBN 978-5-06-005898-7. – Текст : непосредственный.
2. Аполлонский, С. М. Электрические аппараты автоматики : учеб. пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев. – Документ Reader. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. – 225 с. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/206732> (дата обращения: 11.06.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-8114-3728-3 : 0-00. – Текст : электронный.
3. Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учеб. пособие для студентов вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в (энергетика)" (направление подгот. специалистов "Автоматизир. технологии и пр-ва") / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. – Изд. 7-е, стер. – Документ Reader. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2023. – 464 с. – Прил. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/271256> (дата обращения: 06.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-507-45506-5. – Текст : электронный.
4. Глазырин, Г. В. Теория автоматического регулирования : учеб. пособие / Г. В. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Документ Bookread2. – Новосибирск : НГТУ, 2014. – 168 с. – Задачи. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=558731#> (дата обращения: 15.10.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-7782-2473-5. – Текст : электронный.
5. Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. – Документ Reader. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. – 300 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Прил. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/167448/#1> (дата обращения: 07.04.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-8114-2637-9. – Текст : электронный.
6. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники : учеб. для студентов вузов по направлениям подгот. и специальностям в обл. техники и технологии / И. И.

Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. – Изд. 13-е, стер. – Документ Reader. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2024. – 736 с. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/394682> (дата обращения: 12.03.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-507-47596-4. – Текст : электронный.

7. Малышенко, А. М. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления : учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. "Автоматизация и упр." / А. М. Малышенко, О. С. Вадутов. – Изд. 3-е, стер. – Документ Reader. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. – 366 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Прил. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/212312> (дата обращения: 10.10.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-8114-2239-5. – Текст : электронный.

8. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учеб. пособие / А. Ю. Ощепков. – Изд. 3-е, стер. – Документ Reader. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. – 208 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Прил. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/169149/#1> (дата обращения: 07.04.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-8114-1471-0. – Текст : электронный.

9. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учеб. пособие / А. А. Первозванский. – Изд. 3-е, стер. – Документ Reader. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. – 624 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Прил. – Предм. указ. – URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/168873/#1> (дата обращения: 06.04.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-8114-0995-2. – Текст : электронный.

10. Поляков, А. Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. 29.03.02 "Технологии и проектирование текстил. изделий", 15.03.04 "Автоматизация технол. процессов и производств", 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", 15.03.02 "Технол. машины и оборудование", 09.03.01 "Информатика и вычисл. техника", 09.03.02 "Информ. системы и технологии" / А. Е. Поляков, А. В. Чесноков, Е. М. Филимонова. – Документ read. – Москва : ФОРУМ [и др.], 2022. – 223 с. – URL: <https://znanium.com/read?id=386065> (дата обращения: 30.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-00091-707-7. – 978-5-16-015358-2. – 978-5-16-102979-4. – Текст : электронный.

11. Проектирование электрических машин : учеб. для бакалавров электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов / И. П. Копылов, Б. К. Клоков, В. П. Морозкин, Б. Ф. Токарев ; под ред. И. П. Копылова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2012. – 767 с. : ил. – (Бакалавр. Углубленный курс). – Предм. указ. – ISBN 978-5-9916-1848-9. – Текст : непосредственный.

12. Тетеревков, И. В. Надежность систем автоматизации : учеб. пособие / И. В. Тетеревков. – Документ read. – Москва [и др.] : Инфра-Инженерия, 2019. – 356 с. – Прил. – URL: <https://znanium.ru/read?id=346059> (дата обращения: 21.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-9729-0308-5. – Текст : электронный.

13. Чунихин, А. А. Электрические аппараты. Общий курс : учеб. для студентов электротехн. и электроэнерг. специальностей вузов / А. А. Чунихин. – репр. изд. – Москва : Альянс, 2013. – 719 с. : ил. – Прил. – Предм. указ. – ISBN 978-5-91872-040-0. – Текст : непосредственный.

14. Электронное учебное пособие по дисциплине "Электромеханика и её роль в современной технике". Тема "Конструкция и принцип действия машин постоянного тока и асинхронных" : для аспирантов специальности 05.09.01 "Электромеханика и электр. аппараты" / Поволж. гос. ун-т сервиса (ФГБОУ ВПО "ПВГУС") ; сост. Н. П. Бахарев. – Тольятти : ПВГУС, 2014. – 422 МБ. – CD-ROM. – Миним. систем. требования: ОС Windows 2000/XP/Vista, Internet Explorer 6.0, Intel Pentium 3, 500 МГц, ОЗУ 128 Мб, экран 1024x768, цв.16 бит. – 100-00. – Текст : электронный.