



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В МАГИСТРАТУРУ**  
**по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**программа «Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость и надёжность»**

**1. Теоретические основы электротехники.**

Законы электрических цепей. Идеальные элементы электрических цепей. Закон Ома. Законы Кирхгофа. Задача анализа электрических цепей. Установившийся режим при постоянном воздействии. Установившийся режим в линейных электрических цепях при синусоидальном воздействии. Комплексный метод. Векторные диаграммы. Комплексная мощность. Цепи с взаимными индуктивностями. Частотные характеристики. Резонансы. Активные цепи. Методы анализа установившихся режимов электрических цепей. Метод уравнений Кирхгофа. Метод преобразований. Метод узловых напряжений и контурных токов. Метод схемных определителей. Основные принципы и теоремы электрических цепей. Принцип суперпозиции. Теорема об эквивалентном генераторе. Теорема взаимности. Теорема о компенсации. Установившийся режим в линейных электрических цепях при несинусоидальном воздействии. Применение ряда Фурье, принципа суперпозиции и комплексного метода анализа. Алгоритм анализа линейных цепей при несинусоидальном воздействии. Расчет действующего значения напряжения и тока. Коэффициент гармоник. Трёхфазные цепи. Трёхфазные источники и нагрузки. Векторные диаграммы. Соединения звездой и треугольником. Симметричные и несимметричные цепи. Методы расчета. Мощность трехфазных цепей. Аварийные режимы. Нелинейные резистивные цепи постоянного и переменного тока. Нелинейные резистивные элементы. Вольтамперные характеристики. Аппроксимация. Статические и дифференциальные сопротивления и проводимости. Методы расчета режима: аналитические, графические и численные. Переходные процессы в линейных цепях. Классический метод анализа переходных процессов. Цепи первого порядка в свободном режиме, при постоянном и гармоническом воздействии. Цепи второго порядка. Операторный метод. Переходные и импульсные характеристики. Переходные процессы в нелинейных электрических цепях. Комбинаторный метод. Метод переменных состояния. Метод дискретных схем замещения. Магнитные цепи. Расчет магнитных цепей при постоянном магнитном потоке. Расчет при переменном магнитном потоке. Четырехполюсники и фильтры. Уравнения проходных четырехполюсников. Автономные и неавтономные четырехполюсники. Первичные параметры. Вторичные (характеристические) параметры. Согласованный режим. Соединения четырехполюсников. Основы теории пассивных фильтров. Активные фильтры. Длинные линии (ДЛ). Дифференциальные уравнения длинной линии. Установившийся режим в ДЛ при гармоническом режиме. Волновые процессы в ДЛ. Основы синтеза и диагностики электрических цепей. Постановка задачи синтеза. Основные этапы синтеза. Синтез двухполюсника по операторной полиномиальной функции. Постановка задачи диагностики электрических цепей и пути ее решения. Электростатическое поле. Характеристики электростатического поля. Потенциальный характер электростатического поля. Методы расчета электростатического поля. Магнитное поле постоянных токов. Источники магнитного поля, его характеристики и основные законы. Методы расчета магнитного поля постоянных токов. Электрическое поле постоянных токов. Электромагнитное поле переменного тока. Интегральные и дифференциальные уравнения электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Гармонические электромагнитные волны. Экранирование.

**2. Электроэнергетические системы и сети. Системы электроснабжения.**

Требования и основные принципы построения промышленных систем электроснабжения. Потребители и приёмники электроэнергии на предприятиях. Основные виды потребителей и приёмников электроэнергии, их основные технические показатели. Характерные группы электроприёмников, режимы их работы. Электронагрузки. Графики и расчёт электронагрузок. Понятие электрической нагрузки. Графики электронагрузок, расчётные коэффициенты. Токсовая нагрузка и нагрев проводников. Методы определения расчётной электронагрузки. Уровневая структура систем промышленного электроснабжения. Шкала номинальных напряжений, выбор рационального напряжения. Системы внешнего и внутреннего электроснабжения. Типовые схемы ГПП. Распределение электроэнергии на напряжении выше 1 кВ. Схемы и конструкции промышленных распределительных сетей ВН. Режимы электрических систем, их параметры. Основные методы расчета параметров установившихся режимов электрических сетей. Регулирование режимов электрических сетей. Системы диспетчерского

управления электрических систем. Схемы электроснабжения электроприёмников ВН. Выбор месторасположения и мощности ГПП и распределительных пунктов ВН предприятия. Цеховые трансформаторные подстанции. Комплектные трансформаторные подстанции, характеристики трансформаторов, компоновки КТП. Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций. Распределение электроэнергии на напряжении до 1 кВ. Схемы и конструкции цеховых электросетей НН. Расчёт сетей, условия выбора сечения проводов. Выбор коммутационно-защитной аппаратуры НН. Компенсация реактивной мощности. Понятие реактивной мощности (РМ) Потребление РМ электроприёмниками и потери в элементах сетей. Меры по повышению  $\cos\phi$ . Основные источники РМ в системах электроснабжения. Выбор и размещение компенсирующих устройств. Качество электроэнергии. Основные положения проблемы качества электроэнергии. Нормирование качества электроэнергии. Показатели качества электроэнергии (ПКЭ) (на основе ГОСТ 13109-97). Влияние КЭ на работу электрооборудования. Меры обеспечения нормируемого КЭ.

#### **4. Элементы электроэнергетических систем и сетей их эксплуатация**

Прием в эксплуатацию электроустановок. Требования к персоналу и его подготовка. Управление электрохозяйством. Техобслуживание, ремонт и реконструкция оборудования. Трансформаторы, их устройство, параметры. Автотрансформаторы, их устройство, параметры и отличия от силовых трансформаторов. Регулирование напряжения силовыми трансформаторами и автотрансформаторами – устройство и принцип работы. Измерительные трансформаторы напряжения, их устройство, схемы соединения обмоток, погрешности измерительных величин напряжений. Измерительные трансформаторы тока, их устройство и принцип работы. Пути снижения их погрешности. Электрические аппараты, их классификация, назначение, основные требования к их надежной работе. Электродинамическая стойкость шинных конструкций и аппаратов. Термическая стойкость проводников и аппаратов. Электрические контакты, их конструктивные решения, требования к переходным сопротивлениям контактов. Выключатели переменного тока: воздушные, элегазовые, электромагнитные, вакуумные и др. Устройство камер гашения и принцип гашения дуги. Приводы выключателей. Достоинства и недостатки различных типов выключателей и области их применения. Достижения техники в изготовлении выключателей. Разъединители, отделители, короткозамыкатели, выключатели нагрузки. Коммутационные аппараты до 1000 В: автоматы, контакторы, магнитные пускатели, рубильники и др. Классификация аппаратов, принцип работы. Токоограничивающие реакторы. Типы реакторов, схемы и места их монтажа. Выбор реакторов. Расчетные условия выбора аппаратов и проводников. Электросварочные установки. Электротермические установки. Технологические электростанции потребителей. Переносные и передвижные электроприемники. Электроустановки во взрывоопасных зонах.

#### **4. Переходные процессы в электроэнергетических системах и сетях**

Раздел 1. Расчетные схемы СЭС при расчете режимов КЗ. Параметры элементов СЭС, необходимые для расчета режимов КЗ. Понятие о схеме замещения. Допущения, принимаемые при составлении схемы замещения для расчета режимов КЗ. Понятие о ступени напряжения. Расчет в относительных единицах. Расчет в именованных единицах. Расчетное представление места замыкания. Виды замыканий и их условные обозначения. Изменения токов и напряжений в СЭС при возникновении замыканий. Понятие об источнике неограниченной мощности. Последствия КЗ. Составляющие тока КЗ. Действующее значение периодической составляющей. Начальный сверхпереходный ток. Фаза возникновения КЗ. Характер изменения во времени действующего значения периодической составляющей тока КЗ, поступающего от различных источников. Аперiodическая составляющая. Приближенный способ вычисления наибольшей величины аперiodической составляющей. Ударный ток КЗ. Условия возникновения ударного тока и практический способ его вычисления. Ударный коэффициент и способы его вычисления для тока от различных источников. Назначение расчетов режимов КЗ, и режима однофазного замыкания на землю. Значения токов КЗ, необходимые для выбора электрических аппаратов и проводников и для определения параметров настройки устройств защиты и автоматики. Метод типовых кривых. Применение метода симметричных составляющих. Место несимметрии в схемах прямой, обратной и нулевой последовательностей. Система уравнений для определения симметричных составляющих тока и напряжения особой фазы в месте несимметрии. Определение полных токов и напряжений в произвольном месте СЭС. Трансформация токов и напряжения. Комплексные схемы замещения и вытекающие из них выражения для токов и напряжений. Векторные диаграммы токов и напряжений в месте КЗ. Определение тока прямой последовательности в месте КЗ. Правило эквивалентности прямой последовательности. Определение полного тока в месте КЗ.

Схема прямой последовательности. Схема обратной последовательности. Сопrotивления обратной последовательности синхронных и асинхронных машин и статических электроприемников. Схема нулевой последовательности. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов для токов нулевой последовательности. Учет индуктивной связи цепей двухцепной линии электропередачи в схеме нулевой последовательности. Расчет токов КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ. Принимаемые допущения. Определение токов нулевой последовательности в линиях электропередачи и тока в месте замыкания. Напряжения в сети при замкнутой на землю одной фазе. Последствия однофазного замыкания на землю. Ограничение тока в месте замыкания.

Раздел 2. Переходные электромеханические процессы. Виды возмущений режима СЭС. Нарушения устойчивости режима СЭС. Виды устойчивости. Вращающие моменты, действующие на ротор генератора и соответствующие им мощности. Уравнение движения ротора. Координата положения ротора. Механическая постоянная времени. Механическая мощность. Асинхронная электромагнитная мощность. Синхронная электромагнитная мощность. Угловые характеристики синхронной электромагнитной мощности неявнополусного и явнополусного генераторов. Зависимость синхронной электромагнитной мощности генератора электромагнитной мощности генератора в режиме КЗ от вида и места КЗ. Критерии статической устойчивости нерегулируемой простейшей энергосистемы. Возможность самораскачивания. Влияние автоматического регулирования возбуждения (АРВ) генератора на статическую устойчивость. Статические характеристики и регулирующий эффект нагрузки по напряжению. Переходный электромеханический процесс при КЗ. Правило площадей. Условие динамической устойчивости простейшей энергосистемы. Оценка запаса динамической устойчивости. Определение предельного времени отключения КЗ. Влияние форсировки возбуждения генератора на динамическую устойчивость энергосистемы. Статическая и динамическая устойчивость асинхронных электродвигателей. Практические критерии устойчивости асинхронного электродвигателя. Самозапуск электродвигателей.

#### **5. Надежность электроэнергетических систем и сетей**

Расчет показателей надежности. Расчет надежности системы электроснабжения предприятия по коэффициенту готовности. Влияние надежности электроснабжения на производство.

Взаимосвязь технологии производства и надежности электроснабжения предприятия. Живучесть систем электроснабжения. Определение недоотпуска электроэнергии при перерывах и ограничениях электроснабжения. Взаимосвязь показателей качества электроэнергии и надежности электроснабжения. Методы и средства повышения надежности электроснабжения предприятий.

Требования к надежности систем электроснабжения. Виды отказов. Характер и причины отказов и повреждений электротехнических устройств в системах электроснабжения. Основные показатели надежности и их расчет. Основные показатели надежности систем электроснабжения. Влияние на показатели надежности соединений элементов схем. Расчет безотказности главной понизительной подстанции предприятия

#### **6. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем и сетей**

Характеристики токов и напряжений в нормальных и аварийных режимах распределительных сетей и основных электроприемников. Защита линий электропередачи с односторонним питанием от междуфазных КЗ. Защита линий электропередачи с двусторонним питанием и кольцевых линий от междуфазных КЗ. Защита линий электропередачи от однофазных замыканий на землю. Распределение токов нулевой последовательности при однофазном замыкании на землю. Токовая защита нулевой последовательности. Направленная защита нулевой последовательности. Продольная и поперечная дифференциальные защиты линий. Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ плавкими предохранителями и расцепителями автоматических выключателей. Устройство автоматического включения резерва. Устройство автоматического повторного включения. Устройство автоматической частотной нагрузки. Защита силовых трансформаторов от КЗ. Газовая защита. Токовая отсечка. Дифференциальная защита. Защита плавкими предохранителями. Защита силовых трансформаторов от сверхтоков внешних КЗ и перегрузок. Максимальная токовая защита. Максимальная токовая защита с комбинированным пусковым органом напряжения. Токовая защита обратной последовательности с приставкой для действия при симметричных КЗ. Защита от перегрузок. Продольная дифференциальная защита. Защита высоковольтных электродвигателей. Токовая отсечка. Защита от перегрузок. Дифференциальная защита. Защита плавкими предохранителями. Особенности защиты синхронных электродвигателей. Защита низковольтных электродвигателей. Основные сведения о телемеханизации и диспетчерском управлении.

## 7. Математические задачи электроэнергетики

Действия с матрицами и решение систем уравнений в матричном виде. Схема замещения системы электроснабжения. Граф схемы замещения. Дерево и хорды графа. Матрицы, отражающие структуру графа. Законы Ома и Киргофа, связь напряжений в ветвях и узлах в матричной форме. Узловое и контурное матричные уравнения. Итерационный метод расчета установившегося режима системы электроснабжения. Задачи оптимизации в электроэнергетике. Транспортная задача. Задача линейного математического программирования (ЛМП). Приведение задачи ЛМП к стандартной форме. Геометрическая интерпретация задачи ЛМП и графический метод решения. Симплексный метод решения задачи ЛМП.

### Основная литература:

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник.– 11-е изд., перераб. и доп.– М.: Юрайт, 2013.– 701с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: Учебник.– 11-е изд. – М.: Юрайт, 2014.– 317с.
3. Кудрин Б. И. Электроснабжение: учебник студентов учреждений высшего проф. образования / Б. И. Кудрин. - М.: Издательский центр «Академия», 2013. - 352 с.
4. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. - М.: Высшая школа, 2006.
5. Александров, Д. С. Надёжность и качество электроснабжения предприятий / Д. С. Александров, Е. Ф. Щербаков. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 155 с.
6. Куликов Ю. А. Переходные процессы в электрических системах: учеб. пособие. - 2-е изд., испр. и доп. - Новосибирск: НГТУ, 2006. - (Учебники НГТУ). - 283 с.
7. В.В.Черепанов. Математические задачи внутривозовского электроснабжения. Учебное пособие. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2006. – 139 с.
8. В.Н. Костин. Оптимизационные задачи электроэнергетики: Учебн. Пособие.-СПб.:СЗТУ, 2003-120с.

### Дополнительная литература:

1. Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для вузов / Б. И. Кудрин. - М.: Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.
2. Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник/ Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко.-Ростов н/д : Феникс, 2011.- 382 с.
3. В. А. Андреев. Релейная защита систем электроснабжения в примерах и задачах. – учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2008. - (Электротехника). - 252 с
4. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебное пособие для студентов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" профиль «Электроснабжение» – Ульяновск.: УлГТУ, 2014.
5. Основы теории и расчёта надёжности электроснабжения: методические указания к решению задач/ сост. А. Л. Плиско, Д. С. Александров. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 29 с.
6. Ополева Г. Н. Схемы и подстанции электроснабжения: справочник / Г. Н. Ополева. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2009. - (Высшее образование). - 479 с.
7. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий: учебник для вузов / А. А. Федоров, В. В. Каменева. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 472 с.
8. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник для вузов / Крючков И. П., Старшинов В. А., Гусев Ю. П., Пираторов М. В.; под ред. И. П. Крючкова; Моск. энергет. ин-т. - М.: МЭИ, 2008. - 414 с.
9. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. - М., Энергоатомиздат, 1986.
10. Васильев А.А. Электрическая часть станций и подстанций. - М., Энергия, 1980.
11. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М., Энергоатомиздат, 1987.
12. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.-М., НЦ ЭНАС, 2003.-298 с.
13. М.Е. Волгин. Математические методы для решения задач электроснабжения: Учебное пособие для студентов электротехнических специальностей.- ПГУ им. Торайтырова, 2008.-130 с.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В МАГИСТРАТУРУ**  
**по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**программа «Электропривод и автоматика»**

**1. Системы управления электроприводов**

1.1. назначение, классификация систем управления; релейно-контакторные системы; защиты электропривода; методы анализа с использованием циклограмм и структурных формул булевой алгебры;

1.2. дискретные схемы программного управления в многопозиционных электроприводах; синтез дискретных систем; построение дискретных систем на основе микросхем;

1.3. непрерывные системы управления в электроприводах;

1.4. непрерывные системы управления скоростью электропривода постоянного тока; модальное управление; наблюдающие устройства; адаптивно-модальное управление; адаптивный регулятор тока; системы управления с высокомоментными и вентильными двигателями;

1.5. непрерывные системы управления скоростью электропривода переменного тока; непрерывные системы управления положением электропривода; режимы позиционирования и слежения; точностные показатели в следящем электроприводе; особенности оптимизации следящих электроприводов с детерминированными и стохастическими воздействиями;

1.6. цифровые системы управления; особенности учета дискретности по уровню и по времени; обобщенная структурная схема и дискретная передаточная функция; синтез цифровых регуляторов; аппаратные и программные реализации цифровых систем.

**2. Микропроцессорное управление электроприводами**

2.1. архитектура микропроцессорных систем управления электроприводом, процессы квантования информации по времени и по уровню, основные положения теории импульсных систем, цифровые фильтры,

2.2. вычислительное ядро, центральный процессор, интерфейс периферийных устройств, стандартные циклы обмена информацией, система команд и методы адресации ЦП,

2.3. основы языка ассемблера, алгоритмы управления,

2.4. цифровые регуляторы, микроконтроллеры, дискретные порты ввода-вывода информации, таймеры-счетчики, аналого-цифровые преобразователи, асинхронные и синхронные приемопередатчики, регистры данных и управления периферийными устройствами,

2.5. распределение задач управления на аппаратную и программную части, примеры реализации цифровых электроприводов.

**3. Физические основы электроники**

3.1. основы физики полупроводников;

3.2. полупроводниковые приборы;

3.3. усилители постоянного тока;

3.4. операционный усилитель;

3.5. физические основы интегральной микроэлектронной техники.

**4. Экономика и организация производства электроприводов**

4.1. анализ рынка электроприводов,

4.2. системный подход как основа инженерной деятельности;

4.3. функционально-стоимостный анализ;

4.4. эргономика и эстетика как часть технического прогресса;

4.5. научно-техническое прогнозирование и экспертирование;

4.6. методы принятия решений.

**5. Электрические и электронные аппараты**

5.1. Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы;

5.2. электромеханические аппараты автоматики, управления, распределительных устройств и релейной защиты;

5.3. физические явления в электрических аппаратах; электрические контакты;

5.4. термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов;

5.5. электронные и микропроцессорные аппараты;

5.6. физические явления в электронных аппаратах;

5.7. гибридные электрические аппараты;

5.8. выбор и применение и эксплуатация эл. аппаратов.

**6. Электрические машины**

6.1. общие вопросы электромеханического преобразования энергии;

6.2. физические законы, лежащие в основе их работы;

- 6.3. трансформаторы;
- 6.4. асинхронные и синхронные машины;
- 6.5. машины постоянного тока;
- 6.6. специальные электрические машины;
- 6.7. конструктивные исполнения, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электрических двигателей, генераторов и преобразователей: эксплуатационные требования к ним, тенденции их развития.

#### **7. Электрический привод**

- 7.1. основные характеристики электродвигателей постоянного и переменного тока, определяющие их применение в производственных и коммунально – бытовых технологических процессах;
- 7.2. основные схемы электроприводов различного назначения;
- 7.3. автоматизация электропривода;
- 7.4. расчеты и выбор деталей и иного электрооборудования при проектировании электроприводов.

#### **8. Электроприводы с системами числового программного управления**

- 8.1. Понятие гибкого автоматизированного производства ГАП, маршрутные и информационные потоки, уровни управления, терминальные средства управления,
- 8.2. локальные сети,
- 8.3. принципы построения систем ЧПУ, станочный интерфейс,
- 8.4. следящий электропривод контурных систем ЧПУ,
- 8.5. организация управления в многоконтурных системах подчиненного регулирования,
- 8.6. основные задачи программного управления,
- 8.7. линейная и круговая интерполяция, реализации алгоритмов интерполяции по методам оценочной функции и цифровых дифференциальных анализаторов,
- 8.8. управляющие программы, вспомогательные и подготовительные функции,
- 8.9. программируемые контроллеры в системах автоматизации технологических комплексов,
- 8.10. организация программного обеспечения ПК и их архитектура,
- 8.11. язык релейно-контактных схем,
- 8.12. оптимизация режимов резания,
- 8.13. адаптивное управление процессом металлообработки, переходные процессы резания.
- 8.14. Системы стабилизации линейной скорости.
- 8.15. Системы предельного регулирования.
- 8.16. Алгоритмическое обеспечение самонастраивающихся систем стабилизации силовых параметров.

#### **9. Элементы систем автоматики**

- 9.1. понятия и классификация; основные характеристики;
- 9.2. генератор постоянного тока; управляемые вентильные преобразователи; системы импульсно-фазового управления;
- 9.3. расчет характеристик преобразователей; динамические свойства преобразователей;
- 9.4. широтно-импульсные преобразователи;
- 9.5. тиристорные регуляторы напряжения переменного тока;
- 9.6. индуктивно-емкостные преобразователи;
- 9.7. источник тока на базе вентильного преобразователя; вентильные преобразователи частоты; аналоговые регуляторы; датчики;
- 9.8. управляющие элементы дискретного действия; сумматоры, триггеры, счетчики, регистры, распределители импульсов; шифраторы и дешифраторы; преобразователи кодов, селекторы, запоминающие устройства,
- 9.9. цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи; технологические датчики систем автоматизации технологических процессов;
- 9.10. классификация аппаратных и программных средств микропроцессорных систем управления;
- 9.11. кросс-средства персонального компьютера; этапы разработки программного обеспечения; характеристика перемещающего ассемблера; характеристика микроассемблера; характеристика перемещающего кросс-ассемблера;
- 9.12. структуры привода с цифровыми микропроцессорными регуляторами; программная реализация регуляторов;
- 9.13. перспективные типы микропроцессоров и однокристальных микро-ЭВМ; использование битового процессора; построение микропроцессорных управляющих устройств; системы транспьютерного управления электроприводами;
- 9.14. кросс-языки высокого уровня; интерфейс микропроцессорных систем управления; стандарты средств связи цифровых микропроцессорных систем управления с программируемыми контроллерами и управляющими ЭВМ; примеры реализации систем.

## Список литературы

1. Автоматизированный электропривод промышленных установок: Учеб. пособие / Г.Б. Онищенко, М.И. Аксенов, В.П. Грехов и др.; Под ред. Г.Б. Онищенко, - М.: РАСХН, 2001. -520 с.
2. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для вузов/М.П.Белов, В.А.Новиков, Л.Н.Рассудов.-М.:АКАДЕМА, 2004-575с.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. 4-ое издание. - СПб.: "Профессия", 2004.
4. Боровиков М.А. Расчет быстродействующих систем автоматизированного электропривода и автоматики. -Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1980.-386 с.
5. Водовозов А.М. Элементы систем автоматики: уч. пособие; Москва.: Академия, 2008.
6. Герман — Галкин., С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0.: Учебное пособие. - СПб: "Корона принт", 2001, 340 С.
7. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL. - 2-е изд. - М.: Додэка-21, 2005. - 558 с.
8. Епифанов А.П. Основы электропривода: учебное пособие для вузов/Епифанов А.П.; - Санкт-Перербург (и др): Лань, 2008. - 191 с.
9. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике: учебник для вузов. - 3-е изд. - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - (Математика в техническом университете; вып. 21). - 495 с.: ил.
10. Ильинский Н. Ф. Основы электропривода: учеб пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 224 с.: ил.
11. Инженеринг электроприводов и систем автоматизации: уч. пособие для вузов/М.П.Белов (и др.) под ред. В.А.Новикова, Л.М.Чергнигова. – Москва: Академия, 2006. – 367 с.
12. Копылов, И. П. Математическое моделирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов. – М. : Высшая школа, 2001. – 327 с.
13. Миловзоров О.В. Электроника: учебник для вузов/ Миловзоров О.В., Панков И.Г.; - 2-е изд., перераб.. - Москва: Высшая школа, 2005. - 288 с.
14. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Уч. пособие для вузов: СПб, 2006 г.
15. Москаленко В. В. Электрический привод: учебник для студ. сред. проф. образования/ В. В. Москаленко. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.
16. Онищенко Г.Б. Электрический привод: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ Г. Б. Онищенко. – 3-е изд, испр. и дополненное – .М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 288с.
17. Правила устройства электроустановок / М-во топлива и энергетики Российской Федерации.-6-е изд., перераб. и доп. - М.: Главэнергонadzор РФ, 1998. -608 с.
18. Ревенков А.В. Теория и практика решения технических задач: уч. пособие/А.В.Ревенков, Е.В.Резчикова – 2-е изд, испр. и доп. – Москва:Форум, 2009. – 382 с.
19. Розанов Ю.К. Силовая электроника : Учебник для вузов/ Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 632 с.; ил.
20. Розанов Ю.К., Соколова Е.М. Электронные устройства электромеханических систем: Учеб. пособие для вузов. - М.: Академия, 2004. - 272с.
21. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А. Елисеева, А.В. Шинянского. -М.: Энергоатомиздат, 1983. - 616 с.
22. Справочник по электрическим машинам : В 2 т./ Под общ. ред. И.П. Копылова, Б.К. Клокова. - М.: Энергоатомиздат, Т.1- 1988. -4455 с.; Т.2.- 1989. -688 с.
23. Справочник по электротехнологии / Левинсон Е.М. / М.: Энергия, 2005, 184 с..
24. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов: учебник.- М.: Академия, 2005. - 304с.
25. Техническое творчество: теория, методология, практика. Энциклопедический словарь - справочник / Под ред. А.И. Половинкина, В.В. Попова. - М.: НПО «Информ-система2: Изд. корпорация «Логос», 1995. -410 с.
26. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 325 с.
27. Фролов, Ю. М. Математическое моделирование в автоматизированном проектировании электроприводов : учеб. пособие для вузов / Ю. М. Фролов, В. Л. Бурковский. – Воронеж : Изд-во ВГТУ, 2000. – 143 с.
28. Шеховцов В.П. Электрическое и электромеханическое оборудование. Учебник для ср. проф. обр. Москва, ФОРУМ-ИНФРА, 2009. – 406 с.
29. Электрические аппараты: Общий курс. Учебник для вузов. - 4-е изд., стереотипное - / Чунихин Л.А./.-М.: ООО ИД Альянс», 2008
30. Электроприводы и электрооборудование: учебник для вузов/А.П.Коломиец (и др.): Международная ассоциация «Агрообразование». – Москва: КолоС, 2007. – 328 с.
31. Электротехника и электроника / Кононенко В.В. (и др.) уч. пособие, 3-е изд испр и дополн., Ростов-на-Д., Феникс, 2007. – 774 с
32. Электротехнологии / Захаров В.А. / М.: Энергия, 2008. – 648 с.