

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И.С. ТУРГЕНЕВА»

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ЭКЗАМЕН ПО
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

направление подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

2023

Цель вступительного испытания – дифференциация поступающих по уровню владения основными теоретическими и практическими знаниями в области электроэнергетики и электротехники.

Задачи вступительного испытания:

– проверка знаний: теоретических основ электротехники; конструкций, принципов действия и характеристик электрических машин; электрических и электронных аппаратов; преобразовательной техники; систем электропривода; оборудования систем электроснабжения и закономерностей построения систем электроснабжения потребителей электрической энергии; современных технико-экономических требований к электрооборудованию промышленных предприятий, оборудованию систем электроснабжения, релейной защиты, средств автоматики и электрических измерений.

– проверка умений производить необходимые расчеты и разрабатывать проекты новых и реконструкции действующих объектов и систем электроснабжения, выбирать рациональные варианты тарифов оплаты за потребляемую электрическую энергию и выполнять энергетические обследования как отдельных энергетических объектов (электротехнологических комплексов и систем), так и промышленных предприятий, организаций и учреждений;

– проверка владения аргументировано и точно излагать суть вопроса в устной и письменной форме, правильно применять известные инженерные методики для расчета задач в области электроэнергетики и электротехники.

Требования к уровню подготовки поступающих

Поступающий должен:

Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного тока; методики проведения экспериментальных исследований объектов и систем электроэнергетики и электротехники; основные способы обработки и представления экспериментальных данных; особенности конструкций современного электрооборудования и его технико-экономические характеристики, основные схемы электрических соединений электростанций, подстанций и предприятий, организаций и учреждений; методы анализа цепей постоянного и переменного токов; схемы и основное электротехническое и коммутационное оборудование электрических станций и подстанций; защиты и регулирования параметров режимов работы электротехнических и электроэнергетических систем; основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин, физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов; правила проведения монтажа,

регулировки, испытаний и сдачи в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования; перечень нормативных документов и стандартов по качеству стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов; основы информационно-вычислительной техники и компьютерных технологий, а также возможности их применения в научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности;

Владеть: навыками практического использования законов естественно-научных дисциплин, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; методами расчета линейных и нелинейных цепей в установившихся и переходных режимах; современными методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований; базовыми знаниями в области электротехники и электроэнергетики; навыками использования основных методов расчета для проектирования электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов; навыками моделирования электроэнергетических и электротехнических объектов и процессов в них протекающих; современными средствами автоматизации проектирования; приемами компьютерной презентации; нормативно-технической базой для определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности; методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов; методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками проведения монтажно-наладочных работ и стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками организации и проведения монтажных, регулировочных и пусконаладочных работ.

Уметь: использовать основные законы естественно-научных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении теоретических и практических задач в области электроэнергетики и электротехники; различать типы задач, решаемые при анализе и синтезе устройств для преобразования электроэнергии при проектировании и в условиях эксплуатации; анализировать, синтезировать основные показатели функционирования энергетических систем и прогнозировать их техническое состояние; выбирать оптимальные в каждом конкретном случае процедуру проведения технико-экономического анализа и форму представления результатов их интерпретации; определять основные параметры и характеристики элементов электрических схем электростанций, подстанций и систем электроснабжения предприятий и других объектов; рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок, определять состав оборудования, разрабатывать схемы энергетических объектов, выполнять расчет параметров электрооборудования; использовать контрольно-измерительную технику для измерения основных параметров

электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов.

Форма проведения вступительного испытания

Формой проведения вступительного испытания является тестирование.

Вступительное испытание проводится с использованием дистанционных технологий.

Письменное вступительное испытание ограничено во времени 120 минутами.

Критерии оценки знаний

Максимальное количество баллов вступительного испытания составляет 100 баллов.

Общее оценивание вступительного испытания складывается из результатов тестирования.

Задания распределены на три части:

- В части 1 используются тестовые задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа из трех-пяти предложенных. Выполнение данной категории тестовых заданий дает по 1 тестовому баллу за каждое правильно выполненное тестовое задание, ошибочное решение или отсутствие ответа – 0 баллов. Общее количество тестовых заданий части 1 – 60.

- В части 2 – тестовые задания закрытого типа с выбором множественного ответа из шести и более количества предложенных: тестовые задания на установление последовательности, тестовые задания на установление соответствия, тестовые задания открытого типа (с открытым вопросом) с кратким ответом (без записи решения). Выполнение данной категории тестовых заданий позволяет набрать от 0 до 2 тестовых баллов, которые могут начисляться и в том случае, если тестовое задание выполнено частично (каждое правильно решенное тестовое задание первой части оценивается в 2 балла, частично или не полностью решенное задание – 1 балл, ошибочное решение или отсутствие ответа – 0 баллов). Общее количество тестовых заданий части 2 – 10.

- В части 3 – тестовые задания высокого уровня сложности открытого типа (с открытым вопросом) с развернутым ответом (полная запись ответа с обоснованием). Данная категория тестовых заданий предполагают проверку умений работы с текстовой и графической информацией, к которой предлагается ряд заданий. Выполнение таких тестовых заданий позволяет набрать от 0 до 20 тестовых баллов, которые могут начисляться и в том случае, если тестовое задание выполнено частично.

При оценке знаний 3 части вступительного испытания учитывается:

- правильность и логическая последовательность решения задачи;
- степень творчества и самостоятельности в подходе к анализу и решению задачи;

- техническая обоснованность ответа;
- доказательность и убедительность предлагаемого решения;
- правильное использование принятых условных обозначений элементов электрических схем, параметров и единиц их измерения;
- оформление и стилистически грамотное последовательное изложение расчетов и выводов.

20 баллов выставляется, если решение задачи выполнено в полном объеме, логически последовательно и без ошибок, даны пояснения к решению со ссылками на действующие нормативные документы, сделан убедительный, аргументированный и исчерпывающий вывод с опорой на знания, приобретенные в процессе специализации по выбранному направлению подготовки.

Оценка может быть снижена, если:

- частично отсутствующие пояснения к решению задачи — на 2 балла;
- не достаточно четко и исчерпывающе сделана аргументация полученного результата — на 2 балла;
- имеются погрешности в оформлении расчетов и выводов — на 1 балл.

15 баллов выставляется, если решение задачи выполнено не совсем последовательно, но в полном объеме, даны технически грамотные пояснения к решению, сделан аргументированный вывод с опорой на знания, приобретенные в процессе специализации по выбранному направлению подготовки.

Оценка может быть снижена, если:

- решение задачи выполнено с незначительными ошибками в расчетах — на 2 балла;
- допущены нарушения последовательности изложения и небольшие неточности при использовании научных терминов в пояснениях и выводах к задаче — на 2 балла;
- в ходе расчетов частично отсутствуют пояснения к ходу решения задачи — на 1 балл.

10 баллов выставляется, если решение задачи представлено с небольшими ошибками, не всегда последовательно.

Оценка может быть снижена, если:

- решение задачи выполнено не в полном объеме – на 2 балла;
- не вполне правильно использованы научные термины, условные обозначения, единицы измерений определяемых параметров — на 2 балла;
- отсутствуют выводы и обобщения — на 1 балл.

5 баллов выставляется, если не выполнены критерии к выставлению 20, 15 и 10 баллов. Кроме того, дополнительно оценка может быть снижена, если:

- ответ неверный, нет логически и последовательно изложенного хода решения задачи — на 2 балла;
- ответ не содержит материал, относящийся к тематике, предлагаемой к решению задачи — на 2 балла;
- допущены грубые ошибки в формулах, определении понятий, при использовании терминологии — на 1 балл.

Общее количество тестовых заданий части 3 – 1.

Устанавливается следующее максимальное время на прохождение тестового задания:

- 1-го базового уровня сложности - 1 минута на 1 задание (максимальное время на решение первой части из 60 заданий - 60 минут);
- 2-го базового уровня сложности - 2 минуты на 1 задание (максимальное время на решение второй части из 10 заданий - 20 минут);
- 3-го базового уровня сложности – 40 минут на задание (максимальное время на решение третьей части из 1 задания - 40 минут).

Максимальное количество баллов за ответ на задания составляет:

- 1-го базового уровня сложности - 1 балл;
- 2-го базового уровня сложности - 2 балла;
- 3-го базового уровня сложности – 20 баллов.

Общая экзаменационная оценка складывается из суммы баллов, полученных экзаменуемым за все ответы тестовых заданий. Она не может превышать 100 баллов.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний, при приеме на обучение по программам магистратуры в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» составляет 51 балл.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Физические основы электротехники. Теория цепей. Линейные цепи постоянного тока и синусоидального тока. Несинусоидальные токи в линейных цепях. Трехфазные цепи. Переходные процессы в линейных и нелинейных цепях. Нелинейные цепи постоянного и переменного тока. Переходные процессы в. Магнитные цепи. Четырехполосники. Фильтры. Установившиеся процессы в цепях с распределенными параметрами. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами. Основы синтеза электрических цепей.

2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин. Принцип действия и конструкции двигателя и генератора. Трансформаторы, асинхронные, синхронные машины постоянного тока. Конструкции, принцип действия, параметры, основные уравнения и характеристики. Пуск,

торможение и регулирование частоты вращения двигателей. Характеристики генераторов.

3. СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Основные определения. Классификация силовых электронных устройств. Основные виды силовых ключей. Схемы управления (драйверы). Защита силовых электронных ключей формированием траекторий переключения. Особенности работы трансформаторов и реакторов на повышенных частотах. Основные схемы выпрямления. Принципы действия, расчетные соотношения для элементов силовой техники. Коммутация и режимы работы выпрямителей, характеристики. Гармонический состав выпрямленного напряжения и первичных токов. Входные и выходные фильтры. Инверторы, ведомые сетью, характеристики и режимы работы. Резонансные инверторы. Автономные инверторы и преобразователи частоты. Структурные схемы управления. Базовые структуры импульсных преобразователей — регуляторов постоянного тока. Электронные ключи с квазирезонансной коммутацией. Коммутационные аппараты.

4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД

Определение электрического привода и его схема. Механика электропривода, уравнения механического движения. Расчетные схемы механической части электропривода. Установившееся и неустановившееся механическое движение электропривода. Анализ устойчивости движения. Понятие и способы регулирования переменных (координат) электропривода. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы и способы регулирования электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока. Расчет регулировочных резисторов. Особенности переходных режимов электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока. Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводов. Энергетические показатели работы электроприводов и основные способы их повышения. Элементы проектирования электроприводов, выбор основных элементов электроприводов. Методы проверки электродвигателей по нагреву.

5. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Электростанции и подстанции как элементы энергосистемы. Основные типы электростанций и подстанций, их характерные особенности. Проводники и электрические аппараты, используемые на электростанциях и подстанциях, их нагрев в продолжительных режимах и при коротких замыканиях. Термическая и электродинамическая стойкость проводников и электрических аппаратов. Синхронные генераторы и компенсаторы. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Допустимые систематические нагрузки и аварийные перегрузки. Особенности режимов работы автотрансформаторов. Дугогасительные устройства электрических аппаратов переменного и постоянного тока. Основные параметры и эксплуатационные

характеристики современных выключателей, разъединителей и других электрических аппаратов. Выбор электрических аппаратов и проводников и их проверка по условиям короткого замыкания. Понятие режима электрической сети и задачи расчета режимов сети. Схемы замещения элементов электрических сетей и их параметры. Расчет установившихся нормальных и послеаварийных режимов электрических сетей различной конфигурации. Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе. Расчет потерь мощности и электроэнергии в элементах ЭЭС.

6. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И РЕЖИМЫ

Система электроснабжения промышленных предприятий (термины и определения). Основные требования к системам электроснабжения. Классификация приемников электрической энергии, их характеристики и режимы работы. Графики электрических нагрузок и коэффициенты их характеризующие. Формализуемые методы расчета электрических нагрузок на разных уровнях системы электроснабжения. Система распределения и потребления электроэнергии. Электроприемники, потребители и сети до 1 кВ. Выбор и использование силовых трансформаторов. Электроприемники, потребители и сети напряжением выше 1 кВ. Трансформаторные подстанции, РУ напряжением выше 1 кВ. Схемы присоединения и выбор питающих напряжений. Цеховые подстанции системы электроснабжения и их схемы. Расчет токов короткого замыкания и выбор аппаратов и токоведущих устройств в электротехнических установках. Нагрузочная способность элементов систем электроснабжения. Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения в сети промышленных предприятий. Режимы нейтрали источников и приемников электроэнергии.

7. МОНТАЖ, НАЛАДКА И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Проектирование, монтаж и эксплуатация электроустановок (ЭУ). Монтаж и эксплуатация воздушных линий электропередач (ВЛ). Монтаж и эксплуатация внутризаводских электрических сетей. Монтаж и эксплуатация внутрицеховых электрических сетей. Монтаж и эксплуатация оборудования трансформаторных подстанций (ТП), распределительных устройств. Монтаж и эксплуатация силового электрооборудования.

9. ЭНЕРГОАУДИТ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Энергетические обследования как средство оценки эффективности использования промышленными предприятиями и бюджетной сферой ТЭР и выработки мероприятий, направленных на экономию ТЭР. Основы действующей нормативно-правовой базы в области энерго- и ресурсосбережения федерального и регионального уровней. Типовые методики расчета: расходов и потерь тепла на отопление, горячее водоснабжение; составление тепловых балансов и определение КПД котлов и котельных; расчет потерь электроэнергии в системах электроснабжения;

расчет экономии электроэнергии в осветительных установках; составление энергетических балансов установок, цехов и предприятий. Нормирование расходов энергоресурсов отдельных энергопотребляющих установок, цехов и предприятий. Расчет тарифов на электроэнергию для промышленных и бытовых потребителей.

10. ОСНОВЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Основные понятия управления. Принципы и законы автоматического управления. Релейные, цифровые и импульсные системы. Устойчивость, качество и синтез импульсных систем управления. Нелинейные системы управления. Назначение и требования, предъявляемые к релейной защите. Электромеханические элементы релейной защиты, классификация и принципы действия. Статические измерительные и логические реле с использованием полупроводниковых элементов, интегральных микросхем. Максимальная токовая защита линии. Токовая отсечка линий: принцип действия, схемы исполнения. Расчет параметров токовой отсечки. Токовая направленная защита: область применения, принципиальная схема. Расчет параметров токовой направленной защиты. Основные схемы включения. Основные виды автоматики в системах промышленного электроснабжения (АПВ, АВР, АЧР).

11. ПРИЕМНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Режимы работы электрооборудования механизмов и машин. Симметричные и несимметричные нагрузки приемников. Силовые общепромышленные приемники по отраслям промышленности. Законы регулирования частоты вращения электромеханических преобразователей энергии. Классификация приемников электрической энергии. Категории электроприемников и обеспечение надежности питания потребителей. Приемники во взрывоопасных и пожароопасных зонах. Работа приемников при изменяющихся параметрах питающей сети. Законы регулирования частоты вращения приемников.

12. ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ

Классификация электротехнологических установок (ЭТУ). Классификация электротермических установок по способу преобразования электроэнергии в другие виды энергий. Графики электрической нагрузки ЭТУ. Показатели режимов работы. Электрические печи сопротивления. Теплопередача в электротермическом оборудовании. Требования к материалам, используемым в ЭТУ. Дуговые, рудно-термические электрические печи и печи электрошлакового переплава. Печи и установки индукционного и диэлектрического нагрева. Электрические сварочные установки. Установки для электрической обработки металлов. Электроннолучевые установки. Электрооборудование и электроснабжение установок плазменного нагрева. Расчет электрической мощности,

потребляемой при электролизе. Оборудование для анодно-механической обработки. Ультразвуковые установки. Электролиз.

13. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Основные понятия и определения. Нормативы показателей качества электрической энергии. Методы определения показателей качества электрической энергии. Влияние показателей качества электроэнергии на работу электроприемников. Выбор исходных данных для определения показателей качества электрической энергии. Расчет режимов с учетом обеспечения допустимых требований к показателям качества электрической энергии. Межгосударственный стандарт ГОСТ 32144-2013. Характеристики показателей качества электрической энергии. Контроль качества электрической энергии по отдельным показателям.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ОСНОВНАЯ:

1. Теоретические основы электротехники: учебник / И. Я. Лизан, К. Н. Маренич, И. В. Ковалева [и др.]. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. — 628 с. — ISBN 978-5-9729-0663-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/114971.html> (дата обращения: 24.10.2022).

2. Кобозев, В. А. Электрические машины: учебное пособие / В. А. Кобозев. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-9729-0873-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124140.html> (дата обращения: 25.09.2022).

3. Свиридов, В. П. Основы электроники и цифровой схемотехники: практикум для СПО / В. П. Свиридов. — Саратов: Профобразование, 2022. — 119 с. — ISBN 978-5-4488-1390-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116278.html> (дата обращения: 24.10.2022).

4. 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: 24.10.2022).

5. Синюкова, Т. В. Электроснабжение и электрооборудование электрических установок: учебное пособие / Т. В. Синюкова, А. В. Синюков, В. В. Лесникова. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 80 с. — ISBN 978-5-00175-105-2. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/120913.html> (дата обращения: 24.10.2022).

6. Сундуков, В. И. Электротехника и электроснабжение: учебное пособие для СПО / В. И. Сундуков. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 95 с. — ISBN 978-5-4497-1512-8. — Текст: электронный // Цифровой

образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116495.html> (дата обращения: 24.10.2022).

7. 1. Филин, Ю. И. Монтаж воздушных линий передач и трансформаторных подстанций: лабораторный практикум / Ю. И. Филин. - Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2018. - 87 с. - Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/107908.html> (дата обращения: 22.10.2022).

8. Митрофанов, С. В. Методика проведения энергоаудита : учебное пособие / С. В. Митрофанов, О. И. Кильметьева. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 117 с. — ISBN 978-5-7410-1370-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/61374.html> (дата обращения: 24.10.2022).

9. Бирюлин, В. И. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: учебное пособие / В. И. Бирюлин, Д. В. Куделина. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. — 164 с. — ISBN 978-5-9729-1037-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123839.html> (дата обращения: 14.09.2022).

10. Суворин, А. В. Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения: учебное пособие / А. В. Суворин. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. — 354 с. — ISBN 978-5-7638-2973-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/84090.html> (дата обращения: 24.10.2022).

11. Качанов А.Н. Электрооборудование источников энергии, электрических сетей и промышленных предприятий. В 2ч. Ч.1: Производство и распределение электрической энергии: учебное пособие/ А.Н. Качанов. - Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2016. - 154с.

12. Качанов А.Н. Электрооборудование источников энергии, электрических сетей и промышленных предприятий. В 2ч. Ч.2: Электрооборудование станций и подстанций: учебное пособие/ А.Н. Качанов. - Орел: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2016. - 158с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

1. Загрядцкий В.И. Электрические машины в 3 ч. Часть1: Электрическое преобразование энергии. Трансформаторы. - Орел: Орел ГТУ, 2009. -163с.

2. Загрядцкий В.И. Электрические машины: учебник для высшего профессионального образования в 3 ч. Ч 2: Асинхронные машины. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК» 2011. – 143 с. – 162с.

3. Качанов, А.Н. Основы электротехнологии / А.Н. Качанов //Учебное пособие. – Орел, 2004. -352 с.

4. Захаров, С.Ю. Монтаж. Наладка и ремонт электрооборудования. Выполнение комплекса технологических операций при капитальном ремонте

КТП 6-10/0,4 кВ: (учебно-методическое пособие) / С.Ю. Захаров С.Ю., Коренков Д.А., Королева Т.Г. Чернышов В.А. // Орёл: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2021. - 93 с. ISBN 978-5-9929-1061-2. - URL:<http://194.226.186.8/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

5. Лысаков, А. А. Электротехнология. Курс лекций: учебное пособие / А. А. Лысаков. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2013. — 124 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/47400.html> (дата обращения: 24.10.2022).

6. Валиуллина, В. А. Разработка функциональных схем автоматизации технологических процессов: учебное пособие / В. А. Валиуллина, В. А. Садофьев. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. - 83 с. - ISBN 978-5-7882-1473-3. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/62005.html>

7. Киреева Э.А., Юнее Т., Айюби М. Автоматизация и экономия электроэнергии в системах промышленного электроснабжения. М.: Энергоатомиздат. 2008.