



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор,
председатель Приёмной комиссии

А.М. Марков

«26» мая 2020 г.



ПРОГРАММА
вступительных испытаний в магистратуру
по направлению подготовки
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Статус	Должность	И.О. Фамилия	Подпись	Дата
Разработал	Руководитель УГНС	С.О. Хомутов		24.05.2020
Согласовал	Проректор по УР	Л.И. Сучкова		25.05.2020
	Отв. секретарь ПК	П.О. Черданцев		25.05.2020

Барнаул 2020

1 Общие положения

Вступительное испытание для поступления на обучение в магистратуре по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» проводится в форме комплексного экзамена.

Вступительное испытание проводится с использованием дистанционных технологий. Идентификация личности поступающего осуществляется путём сличения изображения документа, удостоверяющего личность поступающего, с изображением самого поступающего, полученных через средства видеосвязи непосредственно перед сдачей вступительного испытания.

Для прохождения комплексного экзамена каждому поступающему предоставляется доступ к билету, содержащему 50 тестовых заданий, включающих:

- задания с выбором ответа;
- задания с кратким ответом.

Продолжительность вступительного испытания – 30 минут.

При выполнении заданий не допускается использовать средства связи, кроме средств связи, необходимых для проведения вступительных испытаний с использованием дистанционных технологий.

Процедура проведения экзамена регламентируется Правилами приёма на обучение в АлтГТУ.

2 Критерии оценки

Итоговая оценка выставляется по 100-балльной шкале. Она определяется как

$$R = \sum_{n=1}^{50} R_n ,$$

где R_n – оценка, полученная за n-ый вопрос билета; сумма оценок за все вопросы составляет 100 баллов.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, – 25 баллов.

3 Темы, включённые в программу комплексного экзамена

РАЗДЕЛ 1. Электроснабжение промышленных предприятий

Категории надёжности электроприёмников. Определение. Примеры. Особенности электроснабжения.

Методы расчёта электрических нагрузок промышленных предприятий.

Нейтраль. Режимы работы нейтрали.

Разъединитель. Конструкция. Современные разъединители.

Методы ограничения токов короткого замыкания.

Реакторы. Классификация. Особенности применения.

Приборы контроля и учёта электрической энергии. Типы. Особенности конструкций.

Способы ограничения токов однофазных замыканий на землю.

Эффективно заземлённая нейтраль трансформатора. Особенности работы.

Ограничители перенапряжений нелинейные. Конструкция. Современные ограничители перенапряжений.

Выключатели высокого напряжения. Конструкция. Принцип работы.

Трансформаторы тока и напряжения. Конструкция.

Перенапряжения в электрических сетях. Классификация. Средства и способы их ограничения.

Выбор схем и напряжений электрических сетей промышленных предприятий.

Аппараты защиты в сетях до 1 кВ.

Типовая схема распределительного устройства «Трансформаторы – шины с полуторным присоединением линий».

Типовая схема распределительного устройства «Одна рабочая, секционированная выключателями, и обходная системы шин с подключением трансформаторов к секциям шин через развилку выключателей».

Типовая схема распределительного устройства «Одна рабочая секционированная система шин с подключением ответственных присоединений через «полуторную» цепочку».

Типовая схема распределительного устройства «Одна рабочая секционированная по числу трансформаторов система шин с подключением трансформаторов к секциям шин через развилку выключателей».

Типовая схема распределительного устройства «Четырёхугольник».

Типовая схема распределительного устройства «Шестиугольник».

Типовая схема распределительного устройства «Мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линий».

Типовая схема распределительного устройства «Два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линий».

Условия выбора коммутационного оборудования выше 1 кВ.

Условный центр электрических нагрузок. Метод расчёта.

Типовая комплектация закрытого распределительного устройства (ЗРУ).

Способы прокладки внутрицеховых сетей промышленных предприятий.

Способы прокладки внутризаводских сетей промышленных предприятий.

Достоинства и недостатки самонесущего изолированного провода (СИП). Перспективы использования.

Способы компенсации реактивной мощности промышленных предприятий.

Типовая комплектация комплектной трансформаторной подстанции КТП 10/0,4 кВ.

Особенности заземления трансформаторных подстанций с изолированной нейтралью.

Заземление. Назначение. Расчёт.

Схемы замещения трансформаторов.

Схемы замещения воздушных линий электропередач.

Схемы замещения кабельных линий.

Место, способы и средства регулирования напряжений в сетях промышленных предприятий.

Показатели качества электрической энергии.

Влияние резкопеременной и ударной нагрузки на показатели качества электрической энергии.

Особенности режимов работы дальних электропередач.

Трансформаторы. Автотрансформаторы. Линейные регуляторы напряжения.

Петлевая схема распределительной электрической сети.

Устройство, схема и назначение устройства регулирования под нагрузкой (РПН).

Устройство, схема и назначение устройства переключения без возбуждения (ПБВ).

Силовые кабели. Конструкция и область применения.

Назначение и классификация кабельных муфт.

Основные и дополнительные средства защиты от поражения электрическим током в электроустановках напряжением до 1 кВ.

Основные и дополнительные средства защиты от поражения электрическим током в электроустановках напряжением выше 1 кВ.

Определение мест повреждения кабельных линий.

Виды состояний силового оборудования промышленных предприятий.

Показатели надёжности силового оборудования промышленных предприятий.

Методы расчёта надёжности силового оборудования промышленных предприятий.

Способы резервирования в электрических сетях.

Общее резервирование с постоянно включенным резервом и с целой кратностью.

Надёжность системы с нагруженным дублированием.

Общее резервирование замещением.

Смешанное резервирование неремонтируемых систем.

Расчёт установок и выбор автоматических воздушных выключателей для сетей напряжением до 1000 В.

Выбор автоматических выключателей, встраиваемых в ответительные коробки шинопроводов и распределительные пункты.

Контакторы и магнитные пускатели для сетей с напряжением до 1000 В.

Конструкции предохранителей до и выше 1 кВ.

Защита силовых трансформаторов.

Особенности расчёта токов короткого замыкания ниже 1 кВ.

Шинопроводы. Назначение. Выбор.

Определение потерь мощности на корону.

Молниезащита подстанций.

Автоматика в системах электроснабжения промышленных предприятий.

Электробаланс промышленных предприятий.

Классификация подстанций промышленных предприятий.

Электрические измерения. Средства измерения.

Блуждающие токи. Способы защиты.

Отличия главной понизительной подстанции (ГПП) и главного распределительного пункта (ГРП).

Проверка силового оборудования на термическую и динамическую стойкость.

РАЗДЕЛ 2. Электрификация народного хозяйства

Источники и схемы электроснабжения сельских районов. Шкала применяемых номинальных напряжений.

Системы электроснабжения по классификации Международной электротехнической комиссии.

Система электроснабжения типа TN-C. Условия и особенности применения.

Система электроснабжения TN-S. Условия и особенности применения.

Система электроснабжения TN-C-S. Условия и особенности применения.

Система электроснабжения TT. Условия и особенности применения.

Основные характеристики потребителей электроэнергии.
Установленная и присоединённая мощность электроприёмников.

Расчёт электрических нагрузок по коэффициентам одновременности.

Расчёт электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм.

Определение расчётных нагрузок по добавкам мощности.

Схемы распределительных устройств и особенности применения трансформаторных подстанций 6...10/0,4 кВ.

Особенности работы трансформаторных подстанций 110...35/10 кВ, выполненных по упрощённым схемам.

Определение мощности трансформаторов на трансформаторных подстанциях 35/10 кВ и 10/0,4 кВ.

Определение числа трансформаторов на районных подстанциях.

Определение числа трансформаторов на потребительских подстанциях.

Определение допустимой потери напряжения в сельских электрических сетях.

Понятия «потеря напряжения» и «падение напряжения» в электрической сети.

Понятия «допустимая потеря напряжения в электрической сети» и «допустимое отклонение напряжения у потребителей».

Методы выбора сечений проводов и кабелей.

Выбор сечений проводов по экономической плотности тока.

Выбор сечений проводов по экономическим интервалам.

Показатели качества электрической энергии.

Мероприятия по улучшению качества напряжения в сельских электрических сетях.

Методы симметрирования сетей.

Продольная ёмкостная компенсация в сельских электрических сетях.

Поперечная ёмкостная компенсация в сельских электрических сетях.

Преимущества применения в сельских электрических сетях трансформаторов со схемой соединения обмоток «звезда – зигзаг».

Нормативные показатели надёжности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.

Организационно-технические мероприятия по повышению надёжности электроснабжения.

Технические мероприятия по повышению надёжности электроснабжения.

Структура потерь электрической энергии.

Определение потерь мощности и энергии в сельских электрических сетях.

Расчёт потерь электрической энергии в линиях.

Определение потерь энергии в трансформаторах.

Мероприятия по снижению потерь мощности и энергии в сельских электрических сетях.

Расчёт токов короткого замыкания в сетях до 1000 В.

Экспериментальное определение токов короткого замыкания в сетях до 1000 В.

Методика выбора предохранителей для защиты сельских электрических сетей.

Методика выбора автоматических выключателей для защиты электрических сетей.

Выбор предохранителей для защиты линий с электродвигателями.

Выбор автоматических выключателей для защиты линий с электродвигателями.

Основные мероприятия, обеспечивающие электробезопасность при эксплуатации электроустановок.

Основные функции защитного заземления и зануления в электроустановках.

Принцип действия и особенности применения устройств защитного отключения.

Классификация устройств защитного отключения.

Основные технические параметры устройств защитного отключения.

Классификация электротехнологических процессов в сельскохозяйственном производстве.

Электротехнологические воздействия на обрабатываемый материал: тепловое, электрофизическое, электрохимическое, биологическое.

Установки с использованием электростатического поля и поля коронного разряда.

Установки сепарации зерна в электростатическом поле и поле коронного разряда.

Предпосевная обработка семян в электростатическом поле.

Электроосмос и электрофорез.

Электротехнологические установки высокой частоты.

Особенности диэлектрического нагрева в СВЧ-диапазоне и классификация технологических СВЧ-процессов.

Электротехнологические установки индукционного нагрева.

Физические основы индукционного нагрева.

Цели и задачи энергетического обследования потребителя энергоресурсов.

Методика проведения энергетического обследования потребителя энергоресурсов.

Организационные и малозатратные мероприятия по энергосбережению.

Инженерно-технические мероприятия по энергосбережению (среднезатратные).

Инженерно-технические мероприятия по энергосбережению, требующие значительных инвестиций с длительным сроком окупаемости вложенных средств. Источники электромагнитных излучений природного характера.

Источники электромагнитных излучений техногенного происхождения.

Кондуктивные электромагнитные помехи.

Индуктивные электромагнитные помехи.

Электромагнитная обстановка: основные понятия, классификация.

Способы контроля электромагнитной обстановки.

Контроль электромагнитной обстановки по параметрам электрического поля промышленной частоты.

Контроль электромагнитной обстановки по параметрам магнитного поля промышленной частоты.

Контроль электромагнитной обстановки по параметрам электромагнитного поля высокой и сверхвысокой частот.

Контроль электромагнитной обстановки по параметрам электростатического поля.

Задачи технического диагностирования электроустановок потребителей.

Показатели и характеристики технического диагностирования электроустановок потребителей.

Методы диагностирования энергетического оборудования.

РАЗДЕЛ 3. Электропривод и автоматика

Экскаваторная характеристика. Необходимость её обеспечения для механизма крана и схемное решение этой проблемы в системе управления электроприводом крана.

Обоснование применения серийных двигателей в кранах для подъема грузов.

Релейно-контакторная схема пуска и электродинамического торможения электродвигателя в функции времени.

Релейно-контакторная схема управления пуском электропривода вентилятора в функции времени.

Способы пуска, торможения и регулирования скорости электродвигателя вентилятора.

Виды защиты, используемые для электропривода механизма подъема крана.

Реверсивная релейно-контакторная схема автоматического управления электродвигателя крана.

Производительность и напор насоса при различной скорости электродвигателя.

Электроснабжение цехов с металлорежущими станками. Особенности.

Диапазон регулирования скорости. Плавность регулирования. Формулировки, формулы.

Система регулирования скорости главного привода токарного станка с диапазоном регулирования не менее 200.

Показатели регулирования скорости металлорежущих станков.

Способы регулирования скорости электроприводов станков. Механические характеристики.

Классификация схем выпрямителей.

Назначение конденсатора, устанавливаемого на выходе в источниках постоянного тока.

Расчёт тиристорных преобразователей. Особенности.

Типы тиристорных преобразователей частоты.

Инверторный режим трехфазного нулевого преобразователя-выпрямителя.

Причины возникновения и параметры аварийных режимов преобразовательных устройств.

Схемы преобразователей постоянного тока на тиристорах.

Сглаживающие дроссели, токоограничивающие и уравнивающие реакторы. Назначение. Области использования. Различие.

Усилители. Типы. Требования, предъявляемые к усилителям.

Система контроля исправности работы тиристора.

Виды релейной защиты, необходимые для электродвигателя насоса.

Работа электродвигателя при неисправном положении щеток электродвигателя постоянного тока.

Датчики тока. Требования. Типы.

Датчик тока на основе магнитоуправляемой микросхемы. Принцип работы.

Силовые датчики. Общая характеристика.

Синхронно-шаговые двигатели. Принцип работы. Возможность применения их для привода вентилятора.

Принцип работы датчиков на основе фототранзистора.

Принцип работы светодиода.

Диагностика. Способы выполнения. Типы.

Диагностический тест для системы автоматического управления узла пуска электродвигателя.

Методы построения диагностических тестов.

Диагностика дискретных систем. Принципы работы диагностических устройств числового программного управления (УЧПУ).

Виды отказов в дискретных системах автоматического управления (САУ).

Импульсная, переходная и частотная характеристики систем автоматического управления (САУ). Их характерные параметры.

Основные элементарные звенья систем автоматического управления (САУ) (пропорциональное, дифференциальное, интегральное, форсирующее), их характеристики.

Алгебраические критерии устойчивости схем автоматического управления.

Частотные критерии устойчивости.

Логарифмическая частотная характеристика, правила построения.

Структурные схемы систем автоматического управления (САУ). Основные элементы, правила преобразования.

Цель определения корректирующих звеньев системы автоматического регулирования (САУ).

Надёжность систем автоматического управления (САУ). Количественные характеристики надёжности. Способы повышения.

Расчёт общей интенсивности отказов систем автоматического управления (САУ).

Горячее, тёплое и холодное резервирование.

Интенсивность отказов. Частота отказов.

Общее, поэлементное, дробное, кратное резервирование. Определения, характерные особенности.

Вольтамперные характеристики диода, стабилитрона, транзистора.

Принцип работы компаратора.

Дискретные счётчики, типы, разновидности. Способы построения.
Т-триггер. D-триггер. JK-триггер. Временные диаграммы.
Прямые и обратные транзисторы. Принцип работы.
Достоинства дискретных систем автоматического управления (САУ)
перед аналоговыми.
Программируемые логические матрицы.
Ремиконты. Перспективы их использования в системах управления
технологическим процессом.
Мультиплексоры. Принцип построения.
Принцип работы блока цифровой индикации УЧПУ.
Блокировки, используемые в системах автоматического управления
(САУ). Назначение, устройство.
Коллекторные двигатели переменного тока. Принцип работы.
Типы регистров.
Принцип работы реверсивного десятичного счётчика на микросхемах.
Интерфейсы. Их назначение.
Выбор плавких предохранителей для данного типа электроприводов.
Пусковые и регулировочные механические характеристики
асинхронных двигателей при симметричных режимах.
Потери энергии двигателей постоянного тока в тормозных режимах.
Влияние инерционностей на протекание переходных процессов. Вывод
формулы для электромеханической постоянной времени.
Тормозные переходные режимы с учётом электромеханической
постоянной времени в электроприводах с асинхронным двигателем.
Обзор способов регулирования скорости асинхронных двигателей.
Обзор способов регулирования угловой скорости электропривода
постоянного тока независимого возбуждения.
Принцип работы гистерезисного шагового двигателя.
Синтез бесконтактных логических устройств. Основные методы.
Инверторный режим тиристорных преобразователей.

4 Список литературы, рекомендованной для подготовки к комплексному экзамену

1. Гужов, Н.П. Системы электроснабжения : учебник / Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко. – Новосибирск : НГТУ, 2015. – 262 с. : схем., табл., ил. – (Учебники НГТУ). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-2734-7 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438343>

2. Хорольский, В.Я. Надёжность электроснабжения : учеб.пособие для вузов [Текст] / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. – Ростов-на-Дону : Terra-Принт, 2007. – 320 с. : ил.
3. Мельников, М.А. Внутрицеховое электроснабжение : учеб.пособие [Текст] / М.А. Мельников. – Томск : Изд-во ТПУ, 2002. – 143 с.
4. Мельников, М.А. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб.пособие [Текст] / М.А. Мельников. – Томск : Изд-во ТПУ, 2000. – 144 с.
5. Кудрин, Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для вузов[Текст] / Б.И. Кудрин. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 416 с.
6. Шевченко, Н. Ю. Расчётно-графическая работа по дисциплине «Электроснабжение»: учеб.пособие [Текст] / Н.Ю. Шевченко. – Волгоград :ВолГТУ, 2006. – 76 с.
7. Фёдоров, А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий[Текст] / А. А. Фёдоров, В. В. Каменева. – М: Энергоатомиздат, 1984. – 47 с.
8. Князевский, Б.А. Электроснабжение промышленных предприятий [Текст] / Б. А. Князевский, Б. Ю. Липкин. – М.: Высшая школа, 1986. – 400 с.
9. Ермилов, А.А. Электроснабжение промышленных предприятий [Текст] / А. А. Ермилов. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 208 с.;
10. Правила устройства электроустановок / М-во топлива и энергетики РФ. – 6-е изд., перераб. и доп. с изм. – М.: Главгосэнергонадзор России, 1998. – 608 с.
11. Красник, В.В. Управление электрохозяйством предприятий : производственно-практ. пособие [Текст] / В.В. Красник – М.: Энас, 2010. – 160 с.
12. Алиев, И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию [Текст] / И.И.Алиев – Ростов: Феникс, 2004. - 477 с.
13. Будзко, И.А. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебник для вузов/ И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2008. – 536 с.
14. Правила устройства, эксплуатация и безопасность электроустановок: Нормативно-технический сборник/ О.К. Никольский, А.А. Сошников, О.Н. Дробязко, В.С. Германенко и др. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004. – 840 с.
15. Карякин, Р.Н.Основы электромагнитной совместимости [Текст]: учебник для вузов / Р.Н. Карякин, Л.В. Куликова, О.К. Никольский, А.А. Сошников, Н.Т. Герцен, Т.В. Еремина, А.А. Зайцев; под ред. Р.Н. Карякина; Алт. гос. тех. ун-т им. И.И. Ползунова. – Изд. 2-е, перераб. – Барнаул: ОАО «Алтайский дом печати», 2009. – 470 с.
16. Белов, М.Г. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов / М.Г. Белов и др. – М. : «Академия», 2004. –576 с.

17. Чиликин, М.Г. Общий курс электропривода[Текст] / М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. – 6-е изд. – М.: Энергия, 1981. – 170 с.
18. Чиликин, М.Г. Теория автоматического электропривода[Текст] / М.Г. Чиликин, В.И. Ключев, А.С. Сандлер. – М.: Энергия, 2009. – 616 с.
19. Андреев, В.П. Основы электропривода[Текст] / В.П. Андреев, Ю.А. Сабинин. – 2-е изд. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1978. – 772 с.
20. Васильева, Т.Н. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – М. : Горячая линия-Телеком, 2015. – 152 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63231 – Загл. с экрана.
21. Ефремов, И. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / И. Ефремов, Н. Рахимова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург : ОГУ, 2013. – 163 с. ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259179>
22. Секретарев, Ю.А. Надежность электроснабжения : учебное пособие / Ю.А. Секретарев. – Новосибирск : НГТУ, 2010. – 105 с. – ISBN 978-5-7782-1517-7 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228760> (30.09.2015).
23. Березкин, Е.Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Е.Ф. Березкин. – М. : МИФИ, 2012. – 244 с. : табл., схем. – ISBN 978-5-7262-1765-9 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231590> (30.09.2015).
24. Пиркин, А. Основы системного анализа в энергетике : учебно-методическое пособие / А. Пиркин ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии». – СПб : СПбГАУ, 2015. – 39 с. : ил., схем. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276960>
25. Беззубцева, М.М. Будущее энергетики человечества : учебное пособие / М.М. Беззубцева, В.С. Волков ; Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет». – СПб : ФГБОУ ВПО СПбГАУ, 2014. – 133 с. : ил., табл. – Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276785>
26. Энергетика России. 1920-2020 / под ред. В.В. Бушуев, А.А. Макаров, А.М. Мастепанов. – М. : Энергия, 2010. – Т. 2. Энергетическая политика на рубеже веков. – 505 с. – ISBN 978-5-98908-012-X ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=58380>
27. Беззубцева, М.М. Электротехнологии и электротехнологические установки в АПК : учебное пособие / М.М. Беззубцева ; Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский

государственный аграрный университет». – СПб : ФГБОУ ВПО СПбГАУ, 2012. – 244 с. : ил., табл., схем. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-85983-063-3 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276787>

28. Суворин, А.В. Электротехнологические установки : учебное пособие / А.В. Суворин. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. – 376 с. – ISBN 978-5-7638-2226-7 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229391>

29. Лысаков, А.А. Электротехнология: Курс лекций : учебное пособие / А.А. Лысаков. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2013. – 124 с. : ил., табл., схем. – Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277459>

30. Акимов, Е.Г. Основы теории электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учебник / Е.Г. Акимов, Г.С. Белкин, А.Г. Годжелло [и др.]. – Электрон.дан. – СПб. : Лань, 2015. – 590 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=61364 – Загл. с экрана. [p?p11_id=2034](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2034) – Загл. с экрана.

31. Аполлонский, С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Аполлонский, Куклев Ю. В. – Электрон.дан. – СПб. : Лань, 2011. – 444 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2034 – Загл. с экрана.