

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

К. В. Коротких

ПЕРЕДАЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический
материал по изучению дисциплины для студентов магистратуры
по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника,
профиль «Электроснабжение»

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 621.311

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики ФГБОУ ВО
«Калининградский государственный технический университет»
М. С. Харитонов

Коротких, К. В.

Передача и распределение электроэнергии: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студентов магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль «Электроснабжение» / **К. В. Коротких**. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 18 с.

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины содержит методические материалы по изучению дисциплины, которые включают тематический план занятий. В пособии указаны оценочные средства и критерии оценивания.

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 28.06.2023 г., протокол № 10

УДК 621.311

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Коротких К. В., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Тематический план занятий	7
Тема 1. Введение. Основные понятия и общие сведения	7
Тема 2. Требования, предъявляемые к схемам электрических сетей	8
Тема 3. Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи	9
Тема 4. Конструктивные элементы кабельных линий электропередачи	10
Тема 5. Характеристика и параметры элементов электроэнергетической системы.....	11
Тема 6. Балансы мощности в электроэнергетической системе	12
Тема 7. Методы регулирования напряжения в электроэнергетической системе	12
Тема 8. Компенсирующие устройства реактивной мощности	13
2. Методические указания по самостоятельной работе студентов	14
Заключение.....	15
Библиографический список.....	16
Приложение А. Контрольные вопросы по дисциплине	17

Введение

Дисциплина «*Передача и распределение электроэнергии*» входит в состав основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль «*Электроснабжение*».

Дисциплина «*Передача и распределение электроэнергии*» является факультативной дисциплиной, формирующей у обучающихся готовность к использованию системы знаний в области использования электроэнергетических систем и сетей для передачи и распределения электроэнергии, а также международного и отечественного опыта в этой области.

Целью факультативной дисциплины «*Передача и распределение электроэнергии*» является формирование у обучающихся готовности к использованию системы знаний в области теории и практики передачи и распределения электроэнергии.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение теории передачи и распределения электроэнергии переменным током, физики процессов, происходящих в электроэнергетических системах и сетях, способов моделирования элементов и электрической сети в целом;
- освоение методов расчётов эксплуатационных режимов электроэнергетических систем и сетей;
- приобретение навыков и представлений о требованиях к улучшению режимов электрических сетей и об условиях оптимального управления.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **знать** схемы электроэнергетических систем и сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи; основные математические соотношения, характеризующие работу электроэнергетических систем
- **уметь** применять, эксплуатировать и производить выбор оборудования электроэнергетических систем и сетей;
- **владеть** методами анализа режимов работы электроэнергетических систем; методами расчета параметров электроэнергетических сетей и систем, навыками исследовательской работы.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания (для студентов всех форм обучения);
- задания по темам практических занятий (для студентов всех форм обучения);

Промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. Контрольные вопросы по дисциплине, которые при необходимости (в случае не прохождения обучающимся всех видов текущего контроля) могут быть использованы для промежуточной аттестации, приведены в приложении А. Оценка выставляется по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Тестовые задания используются для оценки освоения тем дисциплины студентами. Тестирование обучающихся проводится после изучения на лекциях соответствующих разделов. По итогам выполнения тестовых заданий оценка выставляется по пятибалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Целью практических занятий является изучение методик расчёта типовых задач курса «Передача и распределение электроэнергии» в программном комплексе RastrWin3. Результаты выполнения практических заданий оцениваются по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Структура учебно-методического пособия включает тематический план дисциплины, содержание каждой темы, указания для самостоятельной работы студентов, библиографический список.

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерий				
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1. Тематический план занятий

Тема 1. Введение. Основные понятия и общие сведения

Предусмотрены занятия лекционного типа (лекции).

Ключевые вопросы темы:

1. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины.
2. Понятия энергетической и электроэнергетической систем, электроустановки, электростанции, электрической сети, линии электропередачи, подстанции, центра электропитания, распределительного устройства, потребителя и приёмника электрической энергии.
3. Техничко-экономические преимущества создания энергосистем и энергообъединений.
4. Классификация электрических сетей.
5. Способы присоединения подстанции к сети.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Какие элементы входят в систему передачи и распределения электроэнергии?
2. В чём преимущества объединённых энергосистем?
3. Почему применение линий постоянного тока может быть целесообразным при больших длинах?
4. По каким критериям классифицируются электрические сети?
5. Приведите примеры системообразующих, питающих, распределительных сетей.
6. В чём состоят преимущества и недостатки радиальных и магистральных схем?
7. Как формируются замкнутые сети? Каковы их виды?
8. Как классифицируются подстанции по типу их присоединения к сети?

Рекомендуемая литература:

1. Горячев, В. Я. Электроэнергетические системы и сети: учеб. пособие / В. Я. Горячев, Л. М. Инаходова, Т. Ю. Бростилова, М. А. Кулага, Ю. А. Шатова. – Москва: Издательство МЭИ, 2018. – 172 с.
2. Идельчик В. И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В. И. Идельчик. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.

Тема 2. Требования, предъявляемые к схемам электрических сетей

Предусмотрены занятия лекционного типа (лекции).

Ключевые вопросы темы:

1. Обеспечение необходимой надёжности.
2. Обеспечение нормируемого качества электроэнергии.
3. Достижение гибкости сети.
4. Максимальное использование существующих сетей.
5. Обеспечение максимального охвата территории.
6. Обеспечение оптимальных уровней токов короткого замыкания.
7. Обеспечение возможности выполнения релейной защиты, противоаварийной и режимной автоматики.
8. Создание возможности построения сети из унифицированных элементов.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Исходя из каких принципов разрабатываются варианты возможных конфигураций электрической сети?
2. Как разделяются электроприёмники по категориям для обеспечения соответствующей надёжности электроснабжения?
3. Что понимают под нормальным режимом работы системы передачи и распределения электроэнергии?
4. Что понимается под обеспечением гибкости схемы электрической сети?
5. Что понимается под построением сети из унифицированных элементов?
6. Как можно учесть фактор экологии при сравнительной эффективности вариантов развития электрической сети?

Рекомендуемая литература:

1. Горячев, В. Я. Электроэнергетические системы и сети: учеб. пособие / В. Я. Горячев, Л. М. Инаходова, Т. Ю. Бростилова, М. А. Кулага, Ю. А. Шатова. – Москва: Издательство МЭИ, 2018. – 172 с.
2. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В. И. Идельчик. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
3. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 715 с.

Тема 3. Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи

Предусмотрены занятия лекционного типа (лекции).

Ключевые вопросы темы:

1. Общая характеристика воздушных линий и её основные элементы.
2. Конструкции фундаментов.
3. Конструкции проводов и грозозащитных тросов.
4. Расположение проводов и грозозащитных тросов воздушных линий.
5. Конструкции опор.
6. Изоляторы.
7. Линейная арматура.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Каковы основные типы фундаментов?
2. Зачем выполняют транспозицию фазных проводов?
3. В чём состоят преимущества и недостатки деревянных, металлических, железобетонных опор?
4. Какие материалы применяются для изготовления проводов и тросов?
5. Что входит в условное обозначение проводов и тросов?
6. В чём преимущества самонесущих изолированных проводов перед неизолированными проводами?
7. Какие типы изоляторов используются на воздушных линиях? Каковы области их применения?
8. По каким внешним признакам можно определить напряжение воздушной линии?
9. Какова основная арматура воздушных линий? Каково её назначение?

Рекомендуемая литература:

1. Иванова, Т. Н. Конструкции воздушных линий электропередачи и типовые расчёты: учеб. пособие / Т.Н. Иванова. – Москва: Издательство МЭИ, 2018. – 316 с.
2. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В. И. Идельчик. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
3. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / ииияА. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 715 с.

Тема 4. Конструктивные элементы кабельных линий электропередачи

Предусмотрены занятия лекционного типа (лекции).

Ключевые вопросы темы:

1. Общая характеристика кабельных линий и её основные элементы.
2. Кабельная арматура.
3. Кабельные муфты.
4. Прокладка кабелей.
5. Токопроводы.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. В чём состоят преимущества и недостатки кабельных линий по сравнению с воздушными линиями?
2. Чем конструктивно отличаются кабели на 10 кВ, 35 кВ, 110 кВ?
3. В чём преимущества кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена перед кабелями с бумажной изоляцией?
4. Поясните конструкцию маслонаполненных кабелей.
5. Поясните конструкцию газонаполненных кабелей.
6. Какими условиями определяется выбор способа прокладки кабеля?
7. Какие типы кабельных муфт применяются?
8. Как конструктивно устроены жёсткие и гибкие токопроводы?
9. В каких случаях целесообразнее применять воздушные линии, кабельные линии и токопроводы?

Рекомендуемая литература:

1. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций: учеб. пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. – 3-е изд., доп. – Москва: Издательство МЭИ, 2018. – 224 с.
2. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В. И. Идельчик. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
3. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 715 с.

Тема 5. Характеристика и параметры элементов электроэнергетической системы

Предусмотрены занятия лекционного и практического типов.

Ключевые вопросы темы:

1. Схемы замещения воздушных линий электропередачи различных классов напряжения.
2. Схемы замещения кабельных линий электропередачи различных классов напряжения.
3. Векторные диаграммы линий электропередачи.
4. Схемы замещения двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов, трансформаторов с расщепленной обмоткой, автотрансформаторов.
5. Схемы замещения компенсирующих устройств реактивной мощности.
6. Расчёт параметров элементов электроэнергетической системы.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Какие физические явления отражаются наличием в схеме замещения воздушной и кабельной линии электропередачи активной проводимости?
2. Чем обусловлена емкостная проводимость линий электропередачи?
3. Почему у воздушных линий традиционного исполнения реактивное сопротивление на 1 км значительно больше, чем у кабельных линий?
4. Какие меры применяют для снижения потерь на корону при проектировании и эксплуатации воздушных линий?
5. В чем состоит отличие схем замещения линий электропередачи постоянного и переменного токов? Почему линии постоянного тока обладают повышенной пропускной способностью?
6. В чём отличие падения напряжения от потери напряжения в сети?

Рекомендуемая литература:

1. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В. И. Идельчик. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
2. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 715 с.
3. Карапетян, И. Г. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д. Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: ЭНАС, 2012. – 376 с.

Тема 6. Балансы мощности в электроэнергетической системе

Предусмотрены занятия лекционного типа (лекции).

Ключевые вопросы темы:

1. Баланс активной мощности и связь её с частотой.
2. Регулирование частоты вращения турбины.
3. Регулирование частоты одной и несколькими электростанциями в электроэнергетической системе.
4. Баланс реактивной мощности и связь её с напряжением.
5. Регулирующий эффект нагрузки.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. При каких авариях и режимах действует АРВ и применяют АЧР?

Рекомендуемая литература:

1. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В. И. Идельчик. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
2. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 715 с.

Тема 7. Методы регулирования напряжения в электроэнергетической системе

Предусмотрены занятия лекционного и практического типов.

Ключевые вопросы темы:

1. Регулирование напряжения на электростанциях.
2. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.
3. Конструкция и принцип действия устройства регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой.
4. Стабилизация напряжения, двухступенчатое регулирование напряжения, встречное регулирование напряжения.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Каковы возможности регулирования напряжения на электростанциях?
2. Какова последовательность переключения с одного ответвления трансформатора с РПН на другое?

3. В чём сущность встречного регулирования напряжения и в каких случаях целесообразно его применять?
4. Из каких соображений выбирается наклон характеристики встречного регулирования напряжения?

Рекомендуемая литература:

1. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В. И. Идельчик. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
2. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 715 с.

Тема 8. Компенсирующие устройства реактивной мощности

Предусмотрены занятия лекционного и практического типов.

Ключевые вопросы темы:

1. Батареи статических конденсаторов.
2. Шунтирующие реакторы.
3. Статические тиристорные компенсаторы.
4. Синхронные компенсаторы.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Как определить узел сети, в котором компенсация реактивной мощности наиболее эффективна?
2. В каких случаях и почему можно увеличить пропускную способность сети за счёт установки устройств поперечной компенсации?
3. Когда эффективны устройства продольной компенсации для повышения пропускной способности электрических сетей?

Рекомендуемая литература:

1. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В. И. Идельчик. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
2. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 715 с.

2. Методические указания по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, является одним из основных видов деятельности обучающихся. Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение лекционного материала и первоисточников, подготовку ко всем видам аудиторных занятий, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Целью самостоятельной работы является более глубокое изучение студентами отдельных вопросов дисциплины с использованием рекомендуемой дополнительной литературы и других информационных источников.

Задачами самостоятельной работы обучающихся являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать научно-техническую, нормативную и справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, ответственности и организованности.

Основными формами внеаудиторной самостоятельной работы, используемыми при изучении дисциплины являются:

- изучение программного материала дисциплины (работа с учебником, конспектом лекции и иными информационными ресурсами);
- изучение и конспектирование рекомендуемых источников;
- работа с компьютерными программами;
- получение консультаций по вопросам изучаемой дисциплины (аудиторно, в дни консультаций по расписанию; в любой доступной форме в электронной образовательной среде ЭИОС КГТУ и другими доступными способами);
- подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации обучающиеся могут воспользоваться электронной библиотекой Университета, где имеется возможность получить доступ к учебно-методическим материалам как библиотеки Университета, так и иных электронных библиотечных систем. Также студенты могут взять на дом необходимую литературу на абонементе или воспользоваться читальным залом. Ответы на вопросы, выносимые для самостоятельного изучения (повторения), должны быть кратко законспектированы в тетради для лекций.

Заключение

В учебно-методическом пособии даны рекомендации по изучению дисциплины «Передача и распределение электроэнергии». Объем сведений, рассматриваемых на аудиторных занятиях по данной дисциплине, обеспечивает формирование базового уровня знаний и умений студентов и предполагает значительный объем самостоятельной работы для более широкого и качественного освоения основных тем дисциплины.

В пособии содержатся рекомендации по изучению теоретического материала и самостоятельной подготовке. Знания, умения и навыки в соответствующем разделе электроэнергетики и электротехники, приобретенные в ходе изучения дисциплины, позволят будущим специалистам в дальнейшем успешно решать практические задачи в профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Горячев, В. Я. Электроэнергетические системы и сети: учеб. пособие / В. Я. Горячев, Л. М. Инаходова, Т. Ю. Бростилова, М. А. Кулага, Ю. А. Шатова. – Москва: Издательство МЭИ, 2018. – 172 с.
2. Идельчик В. И. Электрические системы и сети: учебник для вузов / В. И. Идельчик. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
3. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 715 с.
4. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
5. Иванова, Т. Н. Конструкции воздушных линий электропередачи и типовые расчёты: учеб. пособие / Т.Н. Иванова. – Москва: Издательство МЭИ, 2018. – 316 с.
6. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций: учеб. пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. –3-е изд., доп. –Москва: Издательство МЭИ, 2018. –224 с.
7. Горелов, А. А. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.12.11 / А. А. Горелов. – Москва: КноРус, 2011. – 488 с.
8. Мазуркевич, В. Н. Проектирование заземляющих устройств ОРУ электрических станций и подстанций: методические указания по курсовому и дипломному проектированию для студентов энергетически специальностей / В. Н. Мазуркевич. – Минск: Издательство БНТУ, 2012. – 58 с.
9. Карапетян, И. Г. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д. Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: ЭНАС, 2012. – 376 с.

Приложение А. Контрольные вопросы по дисциплине

1. Элементы, входящие в систему передачи и распределения электроэнергии. Основные понятия и определения.
2. Классификация электрических сетей по различным критериям.
3. Способы присоединения подстанции к сети.
4. Требования, предъявляемые к схемам электрических сетей.
5. Показатели и нормы качества электроэнергии.
6. Конструкции фундаментов воздушных линий.
7. Опоры воздушных линий.
8. Провода и тросы воздушных линий. Условные обозначения проводов и тросов. Расположение проводов и тросов.
9. Изоляторы воздушных линий.
10. Линейная арматура воздушных линий.
11. Конструкция кабелей напряжением 6-10, 35, 110 кВ.
12. Кабельная арматура.
13. Прокладка кабелей.
14. Кабельные муфты.
15. Схемы замещения воздушных линий электропередачи различных классов напряжения.
16. Схемы замещения кабельных линий электропередачи различных классов напряжения.
17. Схема замещения двухобмоточного, трёхобмоточного трансформатора, трансформатора с расщеплённой обмоткой, автотрансформатора.
18. Баланс активной мощности и связь её с частотой.
19. Регулирование частоты вращения турбины.
20. Регулирование частоты в электроэнергетической системе одной и несколькими электростанциями.
21. Баланс реактивной мощности и её связь с напряжением.
22. Регулирование напряжения на понижающих трансформаторных подстанциях, устройство и принцип работы трансформатора с РПН.
23. Встречное регулирование напряжения.
24. Батареи статических конденсаторов.
25. Шунтирующие реакторы.
26. Статические тиристорные компенсаторы.
27. Синхронные компенсаторы.

Локальный электронный методический материал

Коротких Кирилл Викторович

ПЕРЕДАЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,2. Печ. л. 1,1.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1