

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**Кыргызский технический университет
им. И.Раззакова**

На правах рукописи
УДК 621.311

ТОКОЕВ МАМАТОМУР ПИРМАТОВИЧ

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ СИСТЕМ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ /НАДЕЖНОСТЬ И ЭКОНОМИЧНОСТЬ/**

Специальность 05.14.02 – «Электростанции станции и
электроэнергетические системы»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек 2004

Работа выполнена в Ошском технологическом университете

Научный руководитель: кандидат технических наук,
профессор КТУ Апышев Дж.А.

Научный консультант: доктор технических наук
Оморев Т.Т.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Трофимов Г.Г.

кандидат технических наук,
профессор КТУ Кадыркулов С.С.

Ведущая организация: Кыргызский научно-технический
центр «Энергия»

Защита состоится «28» август 2004 г. в 14 часов на
заседании Диссертационного совета Д.05.04.231 при Кыргызском техни-
ческом университете им.И.Раззакова по адресу пр.Мира 66.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского
технического университета им.И. Раззакова.

Автореферат разослан «28» август 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н., доцент


И.Г.Тен

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В последние годы распределительные сети электроэнергетической системы Кыргызской Республики подвергаются значительной перегрузке в зимний период времени. Такая ситуация возникла из-за резкого увеличения стоимости газа и угля, что вызвало переход потребителей на использование электричества для отопления и приготовления пищи. Существующие сети были спроектированы на 1,5 кВт на одно жилище по стандарту, разработанному в Советское время, тогда как в настоящее время эта величина поднялась до 6-12 кВт. В дальнейшем намечается значительный рост электропотребления бытовыми потребителями. Поэтому первостепенными задачами являются исследование и разработка мероприятий, повышающих экономичность и надежность распределительных сетей, что позволит справиться с возрастающей нагрузкой в связи с увеличением электропотребления в бытовом секторе.

Учитывая напряженный баланс инвестиций в хозяйствах республики, необходимо, прежде всего, использовать меры, не связанные с большими капиталовложениями, т.е. в первую очередь, меры по снижению потерь электроэнергии в распределительных сетях.

Таким образом, при исследовании распределительных электрических сетей требуется системный подход. Здесь следует отметить, что электроэнергетические системы относятся к категории сложных, имеющих весьма многообразные внутренние связи и большое число взаимодействующих между собой элементов. Важную роль играют системный подход, системный анализ и другие методы, которые связаны с пониманием динамической системы как математической модели, используемой для формального описания разнообразных реальных объектов и процессов.

Электроэнергетика охватывает сложную совокупность процессов преобразования и передачи энергии от источников до приемников электрической энергии включительно. Она представляет собой сложный развивающийся объект, исследования которого возможны только на основе системного подхода.

Отмеченные обстоятельства свидетельствуют об актуальности настоящей работы, посвященной исследованию, разработке методов и алгоритмов расчета и оптимизации эксплуатационных показателей распределительных электрических сетей.

Целью работы является исследование и совершенствование методики управления процессом эксплуатации распределительных электрических сетей в условиях постоянного развития схемы сети и изменения ее параметров.

Методика проведения исследования.

Для анализа режимов работы распределительных сетей систем электроснабжения применены аналитические и имитационные математические модели. При решении задач оптимизации применены методы математического программирования и методы ситуационного моделирования.

Научная новизна. В работе распределительная электрическая сеть рассматривается как многомерный объект автоматического управления, исходя из этого разработаны принципы построения информационно-вычислительных комплексов систем электроснабжения городов и автоматизации распределительной сети. Создана математическая модель функционирования распределительных сетей, ориентированная впервые на ситуационное управление. Предложена ситуационная модель распределительной электрической сети, позволяющая оценивать и управлять уровнем потерь мощности и энергии, а также надежности и качества электроснабжения. На основе принципа гарантируемой динамики выполнен синтез системы управления с установившимся режимом.

Практическая ценность. Предложенная двухуровневая подсистема централизованного контроля параметров режима и состояния коммутационных аппаратов трансформаторных подстанций, обеспечивает на достаточно высоком уровне управление, непрерывный контроль параметров режима и состояния оборудования трансформаторных подстанций. Разработанная методика обеспечивает достоверность и точность оптимизационных расчетов конфигурации схем распределительных сетей по минимуму потерь и ожидаемому недоотпуску электроэнергии.

Основные положения, выносимые на защиту:

- 1) концепция построения системы автоматизации распределительной электрической сети;
- 2) результаты расчета и оптимизации потерь мощности, энергии, ожидаемого недоотпуска электроэнергии, полученные для оценки фактической эффективности управления режимами за ретроспективный период;
- 3) методика учета суточной и сезонной неравномерностей графиков нагрузки и отказов электрической сети, позволяющая более точно оценить величину недоотпуска электроэнергии для узлов нагрузки распределительной сети систем электроснабжения городов;
- 4) методика ускоренного расчета надежности электроснабжения узлов нагрузки распределительной сети, получающих питание от комбинированных схем;
- 5) методика ситуационного моделирования эксплуатационной динамики схемы распределительной сети, реализация которой позволяет учесть как фактически происшедшие, так и планируемые изменения конфигурации схемы сети в течение расчетного периода.

Реализация результатов работы. Разработанная методика оптимизационных расчетов конфигурации схем распределительных сетей по минимуму потерь и ожидаемому недоотпуску электроэнергии и предложенная двухуровневая подсистема централизованного контроля параметров режима и состояния коммутационных аппаратов трансформаторных подстанций внедрены в практику на предприятиях электрических сетей АО «Северэлектро» и «Ошэлектро».

Кроме того, вышеназванная методика используется в учебном процессе по курсу «Электрические сети и системы», «Оптимизация режимов работы энергосистемы», а также при курсовом проектировании и в научно-исследовательских работах студентов энергетических специальностей Ошского технологического университета.

Апробация работы. Основные положения диссертации и отдельные ее вопросы докладывались: на научно-технических конференциях Ош ТУ с 1997 по 2002 годы, на юбилейной научно-технической конференции «Современное состояние и проблемы развития электроэнергетики Кыргызской Республики» /Бишкек, 1999 г./, на Международной научно-технической конференции «История, культура и экономика юга Кыргызстана» /Ош, 2000 г./, на Международной научно-технической конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях» /Алматы, 2000 г./, на Международной конференции «Новые наукоемкие технологии и технологические оборудования», посвященной I съезду Инженеров Кыргызстана и 10-летию образования Инженерной академии Кыргызской Республики /Бишкек, 2001 г./, на юбилейной научной конференции Токмоцкого технического института /Бишкек, 2002 г./.

Публикации. Основные научные результаты, полученные в диссертации, опубликованы в 16 печатных изданиях.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Содержание диссертации изложено на 178 страницах компьютерного текста, в том числе: 41 рисунков, 18 таблицы и приложения из 18 страниц. Список литературы включает 120 наименований на 10 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении кратко изложены основные положения диссертационной работы.

В первой главе рассматриваются характеристики по построению и автоматизации схемы распределительных сетей систем электроснабжения городов. Рассматриваются задачи исследования и выбора оптимального решения управления режимами работы распределительных сетей систем электроснабжения городов.

Произведен анализ методов оптимизации в системах электроснабжения. Рассмотрены основные методы математического программирования и их возможные применения при решении задач оптимизации режимов и параметров системы электроснабжения.

Одной из важных задач в области электроэнергетики, возникшей в связи с ростом производства, передачи и распределения электроэнергии в деятельности человечества, является кибернетизация всего технологического процесса. В связи с этим рассматриваются вопросы, связанные с автоматизацией управления режимами распределительных электрических сетей.

При этом распределительная электрическая сеть рассматривается как многомерный объект автоматического управления *переменными состояниями*, *возмущениями* и *управляющими воздействиями* которого являются:

переменными состояниями: напряжения в узлах; потоки реактивных и активных мощностей в линиях; угол сдвига фаз между напряжением смещения нейтрали и линейным напряжением;

возмущениями: активные и реактивные нагрузки в узлах; однофазные замыкания на землю одной из фаз сети;

управляющими воздействиями: реактивные мощности, отдаваемые в сеть источниками реактивных мощностей; сигналы переключения, подаваемые из устройств регулирования под нагрузкой силовых трансформаторов для регулирования их коэффициентов трансформации; сигналы, запускающие привод исполнительного механизма на отработку расстройки дугогасящего реактора.

На рис.1 приведена структурная схема многосвязанной оптимальной системы автоматического управления распределительной электрической сетью. Далее исследуется установившийся режим его работы (рис.2). Состояние объекта характеризуется следующими переменными:

входные управляющие переменные u_k , $k = \overline{1, m}$, составляющие вектор управления

$$u = [u_1, u_2, \dots, u_m]^T;$$

выходные управляемые переменные y_i ,

$i = \overline{1, n}$, образующие вектор выхода объекта

$$y = [y_1, y_2, \dots, y_n]^T;$$

внешние возмущающие воздействия (возмущения) $\xi_v, v = \overline{1, r}$, составляющие вектор возмущений

$$\xi = [\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_r]^T.$$

Компоненты вектора ξ предполагается измеряемыми.

Символ T обозначает операцию транспонирования.



Рис.1.

Математическое описание рассматриваемого объекта в установившемся режиме определяется алгебраическими соотношениями вида

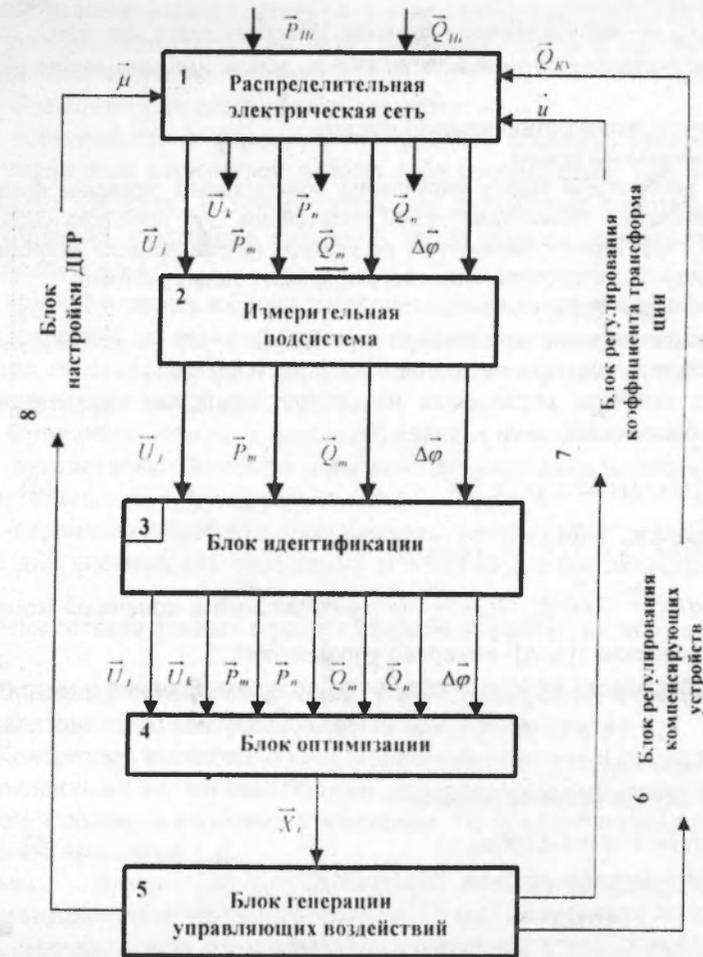


Рис.2. Структурная схема многосвязанной системы автоматического управления распределительной электрической сетью

P_m, Q_m - векторы активных и реактивных нагрузок в узлах сети; U_1, U_k - векторы измеряемых (j) и неизмеряемых (k) напряжений; P_m, Q_m, P_n, Q_n - векторы измеряемых (m) и неизмеряемых (n) потоков активной и реактивной мощностей в линиях; Q_{kv} - вектор реактивных мощностей, отдаваемых в сеть источника реактивной мощности; u - вектор сигналов переключения, формируемых регуляторами и подаваемых на устройства РПН силовых трансформаторов; u_k - вектор сигнала настройки дугогасящего реактора

$$y_i = f_i(u, \xi), \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где $f_i(u, \xi)$ - непрерывные и дифференцируемые функции.

В векторной форме систему (1) можно представить в виде

$$y = f(u, \xi), \quad (2)$$

где $f = [f_1, f_2, \dots, f_n]^T$ - n -мерная вектор-функция. Предполагается, что $m \geq n$.

Для рассматриваемого объекта можно выделить два следующих режима работы:

- 1) рациональный (номинальный) режим;
- 2) оптимальный режим.

Далее рассмотрим задачу управления номинальным режимом функционирования объекта - трансформаторной подстанции. Эта проблема состоит в определении структуры и параметров регулятора (управляющего устройства), обеспечивающего в установившемся состоянии выполнение условий:

$$e_i = |y - y^*| \leq \epsilon, \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где y - желаемое значение управляемой переменной y ; y^* - заданная функция, определяющая верхнюю границу для ошибки управления e .

Синтез системы управления на основе принципа гарантируемой динамики, обеспечивающего условия (3),

$$\int_{t_0}^{t_k} f_i(\tau) d\tau \leq \int_{t_0}^{t_k} y^* d\tau, \quad (4)$$

$$|f_i(t_0)| \leq y^*, \quad i = \overline{1, n}, \quad t \in [t_0, t_k],$$

где $f_i(t) = f_i[u(t), \xi] = f_i[u(t)]$, $f_i(t) = \frac{df_i}{dt}$, t_0, t_k - начальный и конечный моменты процесса управления ($[t_0, t_k]$ - интервал управления).

Далее, определяя искомую величину, получим решение в матричной форме:

$$Au(t) = b(t).$$

В этом случае искомое решение:

$$u(t) = A^{-1}b(t) = A^{-1}Pf(u), \quad (5)$$

где A^{-1} - $m \times m$ - мерная матрица, обратная A .

Векторное уравнение (5) и определяет структуру и параметры искомого регулятора объекта управления, описываемого соотношениями (1). Структура системы управления с регулятором (3) показана на рис.3.

В данной главе предлагается разработанная нами система автоматизации распределительной сети.

Система предназначена для обеспечения управления, непрерывного контроля параметров режима и состояния

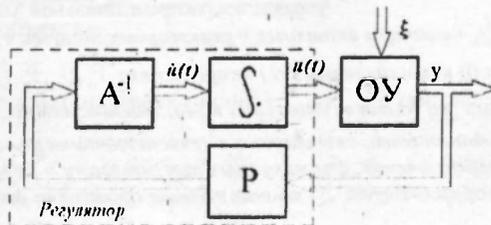


Рис. 3

оборудования трансформаторных подстанций.

Структура системы предполагается двухуровневой. Нижний уровень представлен пунктами локального контроля, работающими в необслуживаемом режиме непосредственно в узлах распределительной сети. Верхний уровень реализуется на базе ЭВМ, размещаемой на диспетчерском пункте энергосистемы.

Функциями нижнего уровня являются:

- циклическое (с задаваемым интервалом времени) измерение основных первичных параметров работы узла (напряжение, ток, мощность в выходных фидерах) и вспомогательных параметров состояния электрооборудования (состояние охранной сигнализации, температура масла, влажность и т.д.);

- расчет и запись в блоки энергонезависимой оперативной памяти;

- передача на верхний уровень параметров, измеренных средствами пунктов локального контроля, по установленному каналу связи (проводной, телемеханической, радиоканал);

Функциями верхнего уровня являются:

- автоматический прием данных с пунктов локального контроля, в соответствии с заданным регламентом;

- первичная обработка информации, верификация данных, расшифровка диагностических сообщений и восстановление недостающих данных;

- подготовка данных в установленном формате для дальнейшей обработки.

Основным техническим средством, используемым в составе системы централизованного контроля, является контроллер (рис.4).

Контроллер выполнен в виде моноблока размерами 250x120x80 мм, с установленными на лицевой панели четырехразрядным цифровым индикатором и восемью кнопками управления. На боковой панели размещены входные и выходные разъемы. Внутри корпуса установлен блок питания, тумблер которого выведен через нижнюю крышку корпуса. На лицевой панели установлены два светодиодных индикатора «Грд» и «Грм» для контроля цепей передачи и

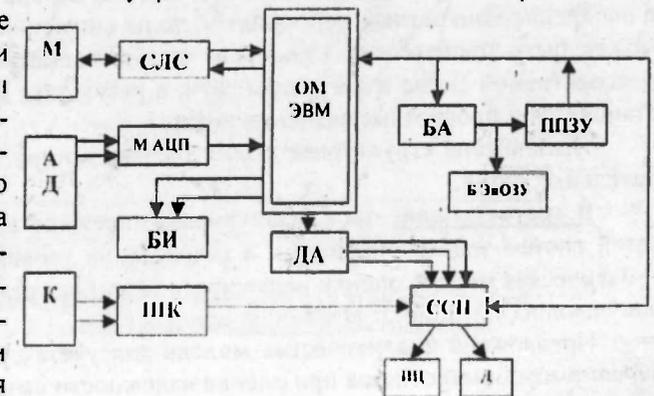


Рис. 4

приема последовательного канала и два потенциометра подстройки нуля и кругизны аналого-цифрового преобразователя, имеющие маркировки «>0<» и «К».

Контроллер устанавливается на несущей коммутационной панели, снабженной клеммниками, к которым подключаются линии связи с датчиками. На панели предусмотрено место для размещения модема либо устройства сопряжения с системой телемеханики.

Во второй главе рассмотрены задачи снижения и принципы управления потерями мощности и энергии. Сопоставляя структуру потерь энергии, полученную разными авторами для различных электроэнергетических систем в разные годы, можно сказать, что основная доля потерь электроэнергии приходится на распределительные электрические сети 6-10 кВ.

Величиной потерь мощности – энергии в электрических сетях электроэнергетической системы можно управлять, воздействуя на конструктивные параметры элементов сети или их режим работы, опираясь на следующие принципы:

- 1) оптимальное соотношение между стоимостью сети и потерями энергии;
- 2) единообразие учета потерь мощности и энергии;
- 3) экономически целесообразный уровень потерь энергии;
- 4) системный подход к проблеме управления уровнем потерь энергии.

Произведен анализ по оценке и оптимизации потерь мощности и энергии системы электроснабжения городов.

Рассмотрена математическая модель элементов распределительной сети и некоторые методики определения потерь электроэнергии в распределительных сетях.

Конечной целью всех расчетов и анализа потерь является разработка и внедрение конкретных мероприятий по их снижению, а такая разработка может быть произведена только на основе схематических расчетов по перспективной схеме и нагрузкам сети, в результате которых известными становятся и прогнозные значения потерь.

Предложена структурная схема анализа потерь энергии в распределительных сетях.

В третьей главе произведен анализ надежности распределительных сетей систем электроснабжения и разработана усовершенствованная математическая модель оценки надежности электроснабжения потребителей, получающих питание от комбинированных схем.

Предложена аналогичная модель для учета суточной и сезонной неравномерностей отказов при оценке надежности питания узлов нагрузки распределительных сетей систем электроснабжения.

Произведены исследования по оценке надежности электроснабжения распределительных сетей 10 кВ на примере петлевой схемы сети, состоящей из шести трансформаторных подстанций (рис.5). Для семи случаев положения разреза выполнены расчёты показателей надёжности систем электроснабжения.



Рис.5 Расчетная схема распределительной сети 10кВ.

Оптимальное положение разреза для всего контура электроснабжения находится в середине петлевой схемы, что соответствует примерно одинаковой электрической удалённости и нагрузке каждой трансформаторной подстанции (рис.6). Минимальное значение $\Delta W_{\text{н}}$ каждой трансформаторной подстанции возможно при состоянии разреза в петле, которое отличается от оптимального для всех потребителей петли.

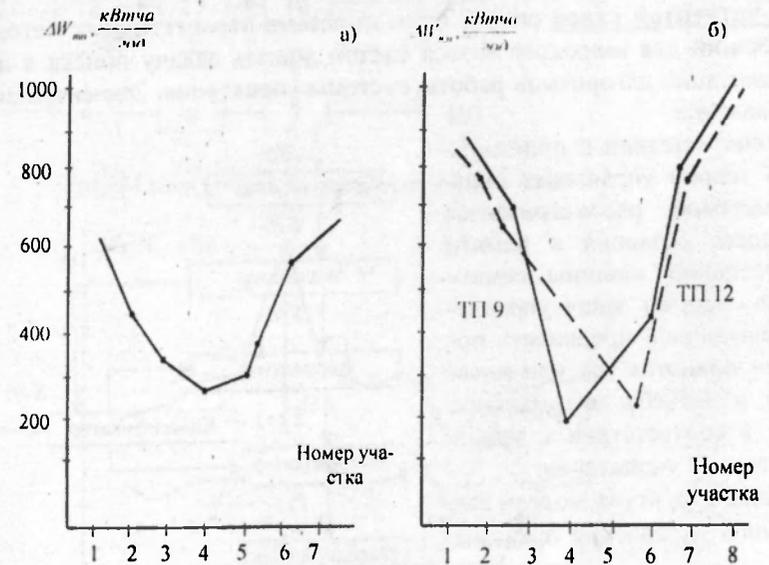


Рис.6 Ожидаемый недоотпуск электроэнергии а) по всей петлевой схеме и б) для отдельных трансформаторных подстанций

Произведен сравнительный экспериментальный анализ радиальной и петлевой схемы электроснабжения по эквивалентной продолжительности отключений θ_{Σ} :

Анализ подтвердил преимущества петлевой схемы (рис.7 и 8).

Эквивалентная продолжительность отключений в петлевой схеме может составлять от 0,3 до 5 часов (рис.8), что значительно меньше, чем в радиальной при прочих одинаковых условиях.

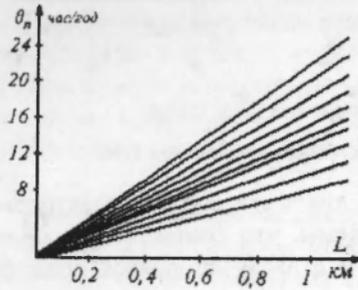


Рис. 7. Суммарная продолжительность простоя для ТП1 - ТП10 в радиальной схеме (n=10)

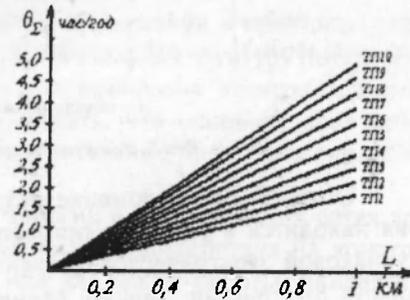


Рис. 8 Суммарная продолжительность простоя для ТП1 - ТП10 петлевой схемы (n=10)

В четвертой главе описан один из весьма перспективных методов, позволяющий для широкого класса систем решать задачу поиска в процессе адаптации алгоритмов работы системы управления. Это ситуационное управление.

В соответствии с принципами этой теории управление большой системой рассматривается как процесс создания в памяти вычислительной машины семиотической системы задач управления, позволяющей предвидеть последствия принятия тех или иных решений и выбрать оптимальное решение в соответствии с заданным критерием управления.

Общая структура модели ситуационного управления показана на рис.9.

Предложена ситуационная модель электрической сети. Ситуационное моделирование режимов работы распределительных сетей системы электроснабжения



где $S(t)$ - множество ситуаций;
 P_i - некоторое решение

Рис. 9. Общая структура модели ситуационного управления

применено для решения двух задач, первая из которых заключается в оценке технико-экономических результатов, фактически достигнутых по истечении ретроспективного расчетного периода. Вторая задача заключается в выборе таких режимов электрических сетей на будущий расчетный период производственной продолжительности, которые обеспечат оптимальный уровень технико-экономических результатов при возможных вариантах ремонтно-эксплуатационного обслуживания.

Получены экспериментальные данные по результатам оптимизации потерь мощности и недоотпуску электроэнергии в резервируемых распределительных сетях. Исследован процесс динамических изменений схемы распределительных сетей 10 кВ за ретроспективный период времени, состоящей из 18 ТП 10/0,4 кВ, 5 ИП и 11-ью разрывами (рис.10).

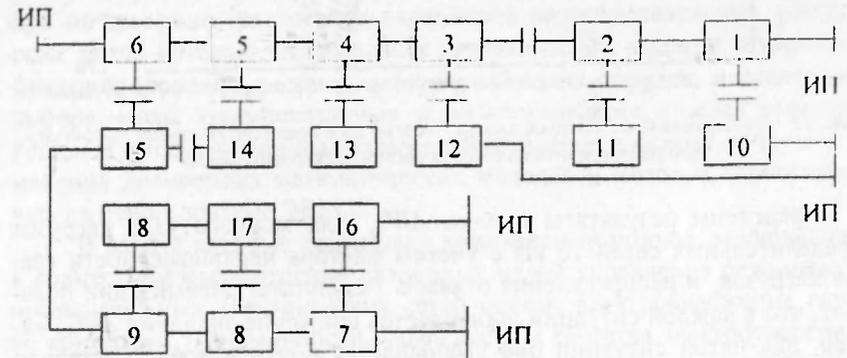


Рис. 10 Схема участка распределительной сети 10кВ

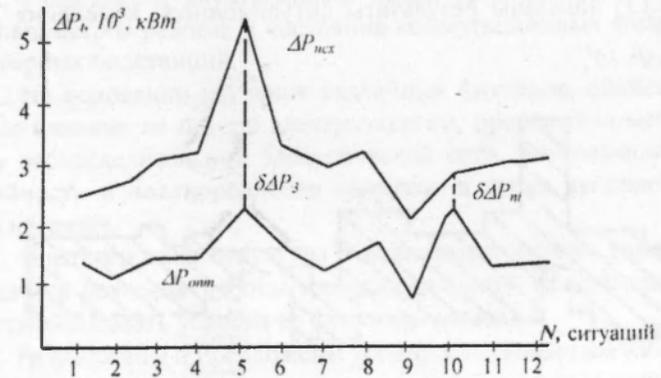


Рис. 11. Расчет и оптимизация ситуационных значений потерь активной мощности

Ситуационные значения потерь активной мощности показаны на рис.11, а ситуационный недоотпуск электроэнергии до и после оптимиза-

ции конфигурации распределительной сети систем электроснабжения показан на рис.12.

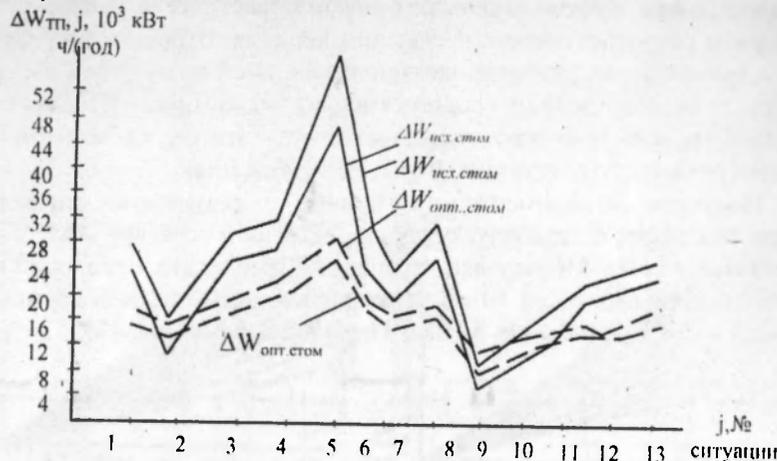


Рис. 12. Ситуационный недоотпуск электроэнергии до и после оптимизации конфигурации распределительной сети систем электроснабжения

Определены результаты оценки $\Delta W_{тп}$ для каждого узла нагрузок распределительных сетей 10 кВ с учетом фактора неравномерности графиков нагрузок и распределения отказов. Результаты оптимизации показывают, что в каждой ситуации наблюдается снижение значения $\Delta W_{тп}$, например, для пятой ситуации оно уменьшается почти вдвое и составило 230092 кВтч/год для всех узлов нагрузок, что составляет снижение $\Delta W_{тп}$ в среднем 18% (рис.12).

На (рис.13) показаны результаты ситуационного изменения $\Delta P_{потр}$,

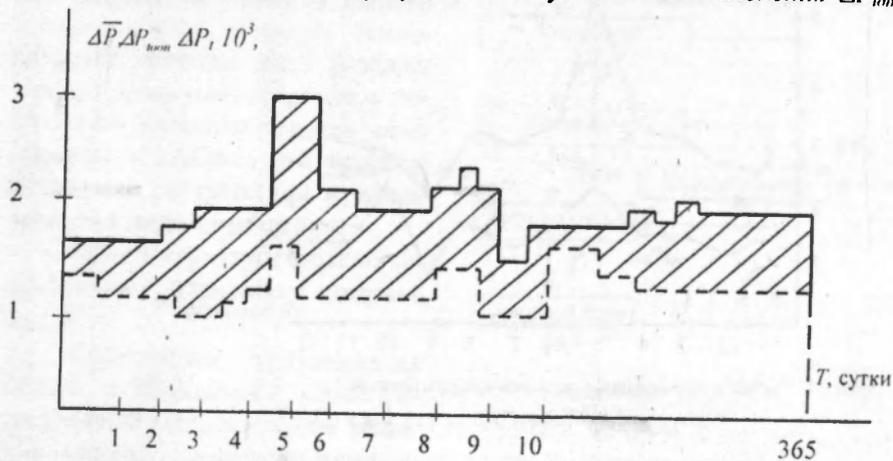


Рис. 13. Ситуационные изменения $\Delta P_{потр}$, ΔP_i

$\Delta P_{потр}$, где верхняя линия означает до оптимизации, пунктирная – после оптимизации.

Заштрихованная площадь соответствует той экономии $\Delta \Sigma$ в сети, которая может быть достигнута при ситуационной оптимизации на расчетный период в один год. Относительное уменьшение $\Delta \Sigma$ в один год за счет ситуационной оптимизации составляет 25-30% при принятых допущениях.

В приложении приведены основные результаты экспериментальных работ.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В соответствии с целью и поставленными задачами в данной работе:

1. Сформулированы и реализованы принципы системного анализа при оптимизации режимов и параметров распределительных электрических сетей, которые выразились в иерархическом подходе к управлению функционированием системы электроснабжения городов, в постановке и выборе новых взаимосвязанных задач оптимизации и целей управления. Решение оптимизационных задач осуществлено на основе широкого применения дискретных математических моделей и методов, ориентированных на использование ЭВМ.

В работе впервые реализован комплексный подход, заключающейся в совместном рассмотрении различных целей управления режимами распределительных электрических сетей систем электроснабжения городов по критериям экономичности, надежности и качества электроэнергии, что позволило получить новые количественные и качественные результаты, отличающиеся от изолированного рассмотрения каждой из этих задач.

2. Предложена двухуровневая подсистема централизованного контроля параметров режима и состояния коммутационных аппаратов трансформаторных подстанций.

3. На основании изучения различных факторов, оказывающих наибольшее влияние на потери электроэнергии, предложена математическая модель распределительной электрической сети, позволяющая учитывать нелинейности и неоднородности нагрузки, а также неполноту информации по нагрузке.

4. Синтезирована структура и параметры система управления установившимся режимом работы трансформаторной подстанции, позволяющей оптимизировать условия ее функционирования.

5. Разработаны и предложены усовершенствованные математические модели оценки надежности распределительных электрических сетей, учитывающие: суточные и сезонные неравномерности отказов и графиков нагрузки; узлы нагрузки, оснащенные устройствами АВР; условия профилактических испытаний, позволяющие оценить суточные и сезонные из-

менения параметров и показателей надежности для комбинированных схем электроснабжения.

6. Показана возможность применения ситуационного управления для распределительной электрической сети, позволяющего решить задачу поиска в процессе адаптации алгоритмов работы систем управления.

7. Предложена методика ситуационного моделирования и проведены исследования по критериям оптимизации потерь мощности и электроэнергии, надежность систем электроснабжения для ситуационных схем с различной длительностью времени отклонения от нормальной схемы.

8. Основные научные результаты диссертации получили внедрение в распределительных электрических сетях г. Бишкек и г. Ош. Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе при чтении лекций по дисциплинам «Передача и распределение электроэнергии», «Электроэнергетические системы и сети», «Методы оптимизации в электроэнергетике».

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Токоев М.П. Учет надежности при выборе схем электроснабжения. / Сборник научных трудов ОшТУ, выпуск №1, Ош, 1997.-С.32-34.
2. Апышев Дж.А., Токоев М.П., Тешебаев А.Т. Повышение экономичности и надежности распределительных сетей. /Сборник научных трудов ОшТУ выпуск №2, Ош, 1999.-С.47-51.
3. Токоев М.П. Планирование потерь электроэнергии. /Сборник научных трудов ОшТУ, выпуск №2, Ош 1999.-С.61-66.
4. Токоев М.П., Абдылдаев Р.Н. Система циркулярного управления для распределительных сетей. –Материалы международной конференции: «Современное состояние и проблемы развития электроэнергетики Кыргызской Республики», Бишкек, 1999. -С.92-97.
5. Апышев Дж.А., Токоев М.П., Тешебаев А.Т. Повышение надежности распределительных сетей с развитием комплексной автоматизации. –Материалы международной конференции «История, культура и экономика юга Кыргызстана», Ош 2000 . -С.114-119.
6. Апышев Дж.А., Токоев М.П., Абдылдаев Р.Н. Система автоматизации распределительной сети. - Материалы международной конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях», Алматы 2000 . -С.92-94.
7. Токоев М.П. Экономическая оценка и мероприятия по повышению надежности распределительных сетей. –Журнал «Известия ОшТУ», выпуск №1, Ош 2001. -С.71-73.
8. Апышев Дж.А., Токоев М.П., Тешебаев А.Т. Математическая модель работоспособности распределительной линии. –Журнал «Известия ОшТУ» выпуск №1, Ош ,2001. -С.74-78.

9. Токоев М.П., Тешебаев А.Т., Орунбаев А., Абдылдаев Р.Н. Методы оценки и оптимизации надежности в системах электроснабжения. –Материалы международной конференции, посвященной I съезду инженеров Кыргызстана, Бишкек 2001. -С.336-340.

10. Апышев Дж.А., Токоев М.П. Анализ состояния и мероприятия по повышению надежности и экономичности распределительных сетей систем электроснабжения. –Журнал «Известия ОшТУ» выпуск №2, Ош 2001. -С.69-73.

11. Апышев Дж.А., Токоев М.П., Тешебаев А.Т. Определение потерь электроэнергии в сетях 6-10 кВ. –Материалы республиканской научно-практической конференции, Ош 2002. -С.109-114.

12. Апышев Дж.А., Оморов Т.Т., Токоев М.П. Регулирование напряжения и реактивной мощности при автоматическом управлении режимами на основе принципа гарантируемой динамики. //Материалы международной конференции посвященной 20-летию кафедры ЭВМ-КТУ (ФПИ) и 25-летия научной лаборатории «Оптоэлектроника» академика А.А.Акаева «Телекоммуникационные и вычислительные системы: Состояния и перспективы развития». Бишкек, Илим,2003.-С.197-202.

13. Апышев Дж.А., Токоев М.П., Орунбаев А., Узагалисев З.У. Шаар электр торлорун жагдайга жараша башкаруу. —Эл аралык «Табият, техника илимин мамлекеттик тилде окутуунун туйундуу койгойлору» конференциясынын баяндамалар жыйнагы, КТУ, 2002. -С.115-119.

14. Апышев Дж.А., Токоев М.П., Тешебаев А.Т., Орунбаев А.А. Ситуационное управление распределительных электрических сетей. –3-я международная научно-техническая конференция «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях», Алматы 2002. -С.135-138.

15. Токоев М.П., Апышев Дж.А., Оморов Т.Т. Управление установившимся режимами работы трансформаторной подстанции на основе принципа гарантируемой динамики //Проблемы автоматизации и управления. -Бишкек:Илим,2002.-С.172-177.

16. Токоев М.П., Тешебаев А.Т., Орунбаев А., Абдылдаев Р.Н. Принцип построения ИВК систем электроснабжения городов. //Материалы юбилейной научной конференции Токмоцкого технического института. Токмок 2002. -С.52-57.

АННОТАЦИЯ

Токоев Маматомор Пирматович. Электр менен жабдуу системиндеги бөлүнгүрүүчү торлордун шарттамдарын изилдөө жана жакшыртуу (инженердик жана үнөмдүүлүк).

Негизги сөздөр: электр зардечилик системи, электр менен жабдуу системи, электрдик бөлүштүрүүчү тор, системдик коргоо, калыптанган шарттам, кепилденген күчкыймыл принциби, кырдалга жараша башкаруу.

Бул диссертацияда бөлүштүрүүчү электр торлорунун түзмөгүнүн иштөө жараяндарын ал электр торунун дайыма өнүгүү жана мүнөздөгүчтөрүнүн өзгөрүү шарттарында изилдөө ыкмаларын оптималдаштыруу каралды. Трансформаторлук көмөкчордондордогу өзгөртүүчү аппараттардын абалына жана шарттамдарынын мүнөздөгүчтөрүн борбордоштуруу көзөмөлдөөчү систем бөлүгү сунуш кылынды. Бөлүштүрүүчү тордун иштөөсүн жакшыртуучу анын башкарылуучу объектисинин автоматтык жөндөгүчүнүн түзүлүшү жана мүнөздөгүчтөрү кепилденген күчкыймылдык принцибинин негизинде синтезделди.

Жүктүн күн-түндүк чийкели менен иштеп чыгуунун күн-түндүк жана мезгилдик бир калыпга эместигин эске алуу менен бөлүштүрүүчү электр торунун ишенимдүүлүгүн баалоочу математикалык үлгүнүн жакшыртылган түрү сунуш кылынды. Электр менен жабдуу системинин кубаттуулук менен электр зардесинин коромжулугун, анын ишенимдүүлүгүнүн оптималдаштыруу критерийи боюнча изилдөөлөрдү жүргүзүүчү абалга жараша үлгүлөнүштүрүү ыкмасы сунуш кылынды.

Аннотация

Токоев Маматомор Пирматович. «Исследование и оптимизация режимов распределительных сетей систем электроснабжения /надежность и экономичность/».

Ключевые слова: электроэнергетическая система, система электроснабжения, электрическая распределительная сеть, системный подход, установленный режим, принцип гарантируемой динамики, ситуационное управление.

В диссертации исследуются пути по совершенствованию методики управления процессом эксплуатации распределительных электрических сетей в условиях постоянного развития схемы и изменения ее параметров. Предложена двухуровневая подсистема централизованного контроля параметров режима и состояния коммутационных аппаратов трансформаторных подстанций. Синтезирована структура и параметры автоматического регулятора управляемого объекта распределительной сети на основе принципа гарантируемой динамики, позволяющего оптимизировать условия ее функционирования.

Разработаны и предложены усовершенствованные математические модели оценки надежности распределительных электрических сетей, учитывающие: суточные и сезонные неравномерности отказов и графиков нагрузок. Предложена методика ситуационного моделирования и проведены исследования по критериям оптимизации потерь мощности и электроэнергии, надежность систем электроснабжения для ситуационных схем с различной длительностью времени отклонения от нормальной схемы.

Annotation

Tokoev Mamatomor Pirmatovich. Researching and optimization of regimes of systems' distributive networks electrosupply (reliability and economy).

Key words: electrical power system, system of electrosupply, distributive electrical network, systemic approach, determined regime, principle of guaranteed dynamics, situational managing.

The dissertation investigates techniques of managing the process of operation of distributive electrical networks in conditions of constant development of the circuit and changing of its parameters. The two-level subsystem of the centralized control of the parameters of made and condition of switching devices of transformer substations is presented here. The structure and parameters of an automatic regulator of the distributive network' controlled object is synthesized on the bases of a principle of guaranteed dynamics which allows to optimize the conditions of its functioning.

The advanced mathematical models of the estimation of distributive electrical networks' reliability are developed and offered taking into account daily and seasonal non-uniformity of refusals and diagrams of loadings. The technique of situational modeling is offered and researches on criteria of optimization capacity and electric power losses, reliability of systems of electrosupply for situational circuits with various time deviation from the normal circuit are carried out.

Тех.редактор Курманалиев Б.К.

Подписано к печати 4.03.2004. Формат бумаги 60x84¹/₁₆.

Бумага офс. Печать офс. Объем 1,0 п.л. Тираж 100 экз. Заказ 112.

720044, Бишкек, ул. Сухомякина, 20.

ИЦ "Техник" КГУ, т.: 42-14-55, 54-29-43

E-mail: ict@ktu.aknet.kg, beknur@mail.ru