#### СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……………………………………………………………………….…..5

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергетическая система одна из самых важных и распространенных сфер деятельности на сегодняшний день, включающая в себя большой комплекс сложных, многосвязных, пространственно разнесенных объектов. Проектирование, управление и эксплуатация данной системы электроэнергетики без мощных вычислительных аппаратов затрудняется из-за больших объемов расчетов, функционирования различных режимов работы для многочисленных внешних и внутренних факторов, как систематического, так и случайного характера.

Экономичность, безаварийность, стабильность и надежность системы – главные критерии электроэнергетической системы. Для обеспечения этих факторов необходима автоматизированная система учета, позволяющая без сбоев в работе и при правильном функционировании системы доставлять до абонента услугу надлежащего качества.

Развитие экономики и рост населения потребует повышенного внимания к эффективности использования энергии. Старое оборудование и частый ремонт линий электросетей приводит к возрастанию потерь в системе. Из-за отсутствия отслеживания аварийных обрывов сетей у абонентов пропадает электричество на долгий срок. При отсутствии дистанционного снятия показаний со счетчиков электроэнергии появляется воровство и большая разница между подаваемым электричеством и получаемой выручкой.

Данная курсовая работа посвящена проектированию информационного стенда автоматизированной системы учета электроэнергии. Данный стенд будет включать в себя:

автоматический сбор данных в реальном времени;

аналитический метод выявления хищений и потерь;

выявление аварий и других нарушений;

составление баланса от подъездного до пофидерного;

сбор и долговременное хранение данных: по потреблению электроэнергии в каждой точке учёта, по аварийным состояниям сети потребления, по действиям потребителя, ведущим к нарушению оговоренного режима потребления;

режим работы эклектической сети достигающий минимизации потерь.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР
   1. Информационный стенд

Информационный стенд представляет собой панель, разделенную на две части.

Первая часть представляет собой топографическую карту всех подстанций. Каждая подстанция изображена в виде светодиода. Светодиоды подключены к шифратору, разрядность которого зависит от количества подстанций. Шифратор преобразует поданный на него сигнал в двоичный код. Таким образом, при восьми разрядном шифраторе на вход поступит 8 сигналов, а на выходе образуется 256 сигналов. Такая система облегчит поиск необходимого светодиода и сократит количество оборудования.

Шифратор подключен к контроллеру, на который может поступать два вида сигналов: подстанция исправна, возникла какая-либо ошибка.

При исправности подстанции на светодиод подается сигнал, сообщающий о том, что необходимо беспрерывное горение. Если сигнал, посланный контроллером, сообщает об ошибке, то соответствующий светодиод должен начать мигать.

Контролер подключен к АРМ, на котором осуществляется система считывания данных в реальном времени со всей сети. При потере сигнала или при некорректно полученных данных, на контроллер будет подан сигнал об ошибке с номером подстанции.

Вторая часть панели – информационная. Представляет собой видеостену на базе TFT ЖК дисплейных панелей. TFT (Thin Film Transistor) – сокращенное название индикатора на тонкопленочных транзисторах.

Видеостена предназначена для вывода большого количества информации. Необходимо выводить отчеты рассчитанных балансов, данные по каждому фидеру, за последние несколько месяц, анализирующую систему по потерям и хищениям.

Видеостена подключена к АРМ, которое получает все данные о состоянии сети. АРМ отвечает за все расчеты и составления балансов. По определенным расчетам и ранее полученным данным система анализирует действия потребителя на наличие оговоренного режима, выявляя нарушений. К АРМ подключен принтер, позволяющий выводить всю необходимую информацию на печать.

Долговременное хранение данные осуществляется за счет сервера, подключенного к АРМ.

* 1. Автоматизированная система учета электроэнергии.

Для сбора всей информации в реальном времени со счетчиков потребителей и подстанций необходима автоматизированная система учета электроэнергии. Такая система - это комплекс различного оборудования.

У потребителей частных и многоквартирных домов стоят собственные счетчики и удаленные дисплеи. Для трёхфазных счетчиков оборудование не отличается.

На трансформаторных подстанциях находятся маршрутизаторы, они выполняют коммуникационные функции. По электропроводке 0.4 кВ происходит обмен данными между счетчиками, удаленными дисплеями и маршрутизаторами, осуществляется временное хранение собранных данных, до двух суток. Информация проходит в одностороннем порядке. Маршрутизатор поддерживает двухстороннюю связь с АРМ, находящимся в офисе, с использованием следующих каналов связи: GSM; MV-магистрали, физической средой которой являются линии электропередачи 6/10, 6/20 кВ; магистрали Ethernet;

Сбор данных осуществляется каждый час, и по требованию представителя компании обладающего правами на такую операцию.

* 1. Расчет полученных данных

Полученные данные с маршрутизаторов обрабатываются и применяются для расчетов балансов и аналитических выявлений хищений и потерь.

Расчет балансов производится по заданным формулам. Исследуется каждый потребитель, его настоящие показатели, и те, которые были собраны ранее.

Аналитические методы выявлений хищений и потерь формируются на основе данных об отдаваемых и потребляемых количествах электроэнергии. Если появляется большая разница между тем, что отдали и потребили, тогда ищется разрыв в сети, вызывающий потери, или возможно на сети осуществляется хищение электроэнергии.

Все данные по каждому пользователю, фидеру, трансформаторной подстанции возможно вывести на информационную панель и запустить в печать необходимые информативные блоки. По каждому из аналитических методов есть возможность построения графика для наглядного представления.

При обрыве на линии или при выходе из строя оборудования трансформаторная подстанция автоматически переключится на соседнюю, а АРМ на контроллер подаст сообщение об ошибке.

* 1. Актуальность разрабатываемого стенда.

Большие потери на участках электросети связаны не только со старым оборудованием, но и с воровством, плохим отслеживанием аварийных ситуаций и прорывах на линиях сетей.

Еще одна проблема это человеческий фактор. Записи показаний счетчиков вручную, затем занос большого количества информации в базы данных, составление по ним балансов, может привести к большому количеству ошибок.

Автоматизированный информационный стенд решает такие проблемы. Передача данных автоматически, без участия человеческого фактора, при снятии потребляемых данных, во много раз снижает возможность ошибки и некорректных данных.

Сбор данных в режиме реального времени помогает с большей точностью считать проценты потерь и быстрее и точнее выявлять аварии на участках электросети.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

В рамках курсового проекта используются следующие задачи:

1. Анализ предметной области.
2. Схема работы САПР
3. Структурная модель САПР
4. Информационное обеспечение
5. Математическое обеспечение
6. Постановка задачи оптимизации и ее решение.
7. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ САПР
   1. Схема работы

На вход системы подается топографическая карта с подстанциями и пользователями, все данные о трансформаторных подстанциях: мощность, тип, номинальное напряжение.

По количеству подстанций и пользователей определяются размеры установки. Сама установка представляет собой информационный стенд в виде топографической карты из светодиодов на панели, совмещенная с видео стеной из дисплеев. К панели подключен компьютер с сервером.

Следующий этап заключается в выборе средств передачи и хранения, данных. Необходимо определить модель маршрутизаторов и способ передачи данных через них. Выбрать необходимые счетчики и удаленные дисплеи. Сервер отбирается в зависимости от количества пользователей. Выбор контроллера зависит от его количества входов и выходов.

После определения размера установки уже выбрано количество и размеры дисплеев и панелей для стенда, остается определить их необходимые характеристики и модель.

Зная все размеры и сколько места займет установка необходимо на следующем этапе найти помещение и оптимально расставить там все оборудование.

Дальнейшая работа осуществляется на трансформаторных подстанциях, там необходима установка маршрутизаторов и соединение их с офисным центром. У каждого пользователя сети устанавливается счетчик, если старый не соответствует требованиям, и удаленный дисплей. Они подсоединяются к маршрутизотором с помощью электропроводки 0.4 кВт с возможностью односторонней передачи данных.

На АРМ в офисном центре загружается пакет программ для транслирования полученных данных на видеостену, составления ежемесячной отчетности, анализирование данных на предмет потерь и воровства, отслеживания аварийных ситуаций на подстанциях.

Для снижения потерь на линии необходимо на трансформаторные подстанции поставить компенсирующие устройства таким образом, что бы при несоответствующих мощностях для определенного трансформатора он переключал свою нагрузку на другой трансформатор, тем самым уменьшая потери в сети. Так же для уменьшения суммарных потерь на активной мощности необходимо установка компенсирующих устройств на таких узлах и придавая им такой коэффициент, что бы суммарные потери активной мощности были минимальны. Чтобы рассчитать номера узлов и мощность в них необходимо воспользоваться генетическим алгоритмом. После всех операций по снижению потерь на линии анализируется экономическая выгода данной оптимизации. Результат предоставляется заказчику, он решает необходима ли ему оптимизации сети.

* 1. Структурная схема работы.

Схема работы разделяется на 5 подсистем:

1. Подсистема ввода вывода и проверки исходных данных – отвечает за ввод всех данных и их корректность, а так же за вывод всей необходимой информации. На вход поступает топографическая карта и характеристики каждой подстанции, и заносится в базу данных параметров установки. По топографической карте строится информационный стенд. Характеристики трансформаторных подстанций необходимы для выполнения оптимизации.
2. Подсистема расчета размера установки определяет размеры информационного стенда, подсчитывает необходимое количество сервером для хранения информации, счетчиков, удаленных дисплеев и маршрутизаторов, рассчитывает экономические затраты на все оборудование, оптимально размещает сервера, стенд и необходимые АРМ в подобранном помещении. Все полученные и рассчитанные данные заносит в соответствующие им базы данных.
3. Подсистема расчетов полученных данных. Полученные данные со счетчиков потребителей необходимо использовать для расчетов ежемесячных балансов, анализа по выявлению процента потерь и хищения электроэнергии.
4. Подсистема аварийного отключения анализирует входные данные с маршрутизаторов на наличие ошибок – резкий сброс подаваемой мощности на ноль, необычное повышение потребления электроэнергии и подобные нехарактерные для нормальной работы трансформаторной подстанции ситуации.
5. Подсистема режима электрической сети. Данная подсистема отвечает за оптимизацию работы всей сети. Включает в себя методы расчета нагрузки трансформатора, оптимизацию размещения компенсирующих устройств, расчет экономических затрат и снижения потерь. На выходе данной подсистемы: экономические затраты на оборудование для оптимизации с компенсирующими устройствами и с контроллерами для переключения тока с одной подстанции на другую; суммарное количество потерь за год при наличии компенсирующих устройств, при наличии контроллеров для трансформаторов, потери без применения оптимизации. Вывод результатов в виде графиков и цифр на экономические затраты, для выбора выгодного проектирования электрической сети.
6. ОПИСАНИЕ ВИДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ.
   1. Информационное обеспечение.

Для хранения, обработки и быстрого поиска необходимой информации используются базы данных. Они позволяют упорядоченно хранить большое количество информации, обладающей одинаковыми свойствами.

Табличное представление баз данных информативно понятно. В шапке таблицы записаны все свойства объектов. Поиск необходимых данных происходит по ключу. Ключ это столбец, в котором записаны свойства объекта однозначно его характеризующие. Примером такого столбца может быть идентификатор. Первичный – вторичный ключи позволяют установить связь между несколькими таблицами. Вторичный ключ содержит ссылку на поле первичного ключа в другой таблице. Таким образом, определяется способ соединения таблиц.

Система управлением базами данных – это приложение, позволяющие создавать базы, осуществлять в них сортировку, редактирование, поиск и удаление данных.

Информационное обеспечение для проектирования стенда автоматизированной системы учета электроэнергии состоит из (сколько то там) таблиц с базами данных.

1. «Параметры установки» включает в себя столбцы: населенный пункт, количество пользователей, количество трансформаторных подстанций, мощность трансформаторов, тип трансформаторов, номинальное напряжение на трансформаторах. Первичным ключом для всех дальнейших таблиц является населенный пункт. Данные этой базы являются входными значениями для проектирования всей системы.
2. «Счетчики электроэнергии» включает в себя столбцы: населенный пункт, модель, год, тип, количество фаз, номинальный ток, максимальный ток, номинальное напряжение, номинальная частота. Вторичный ключ таблицы - населенный пункт, этой характеристикой данная база связана с базой «параметры установки». Данные этой базы отвечают за выбор счетчиков электроэнергии, исходя из количества пользователей и характеристик подстанций.
3. «Удаленные дисплеи» включают в себя столбцы: населенный пункт, модель, потребляемая мощность. Вторичный ключ таблицы - населенный пункт, этой характеристикой данная база связана с базой «параметры установки». Удаленные дисплеи так же счетчики исходят из количества пользователей и характеристик подстанций
4. «Маршрутизаторы» включают в себя столбцы: населенный пункт, модель, год, тип, количество портов, максимальная скорость, частота. Вторичный ключ таблицы - населенный пункт, этой характеристикой данная база связана с базой «параметры установки». Маршрутизаторы исходят из количества подстанций и их характеристик
5. «Серверы» включают в себя столбцы: населенный пункт, модель, год, тип, процессор, материнская плата, чипсет, ОЗУ, ПЗУ, жесткий диск, сетевая карта. Вторичный ключ таблицы - населенный пункт, этой характеристикой данная база связана с базой «параметры установки». Серверы исходят из количества пользователей и подстанций
6. «Экраны» включают в себя столбцы: населенный пункт, марка, тип, размер панели, размер изображения, количество панелей, яркость, тип управления. Вторичный ключ таблицы - населенный пункт, этой характеристикой данная база связана с базой «параметры установки». Экраны исходят из количества пользователей и подстанций.
7. «Размеры установки» включают в себя столбцы: населенный пункт, количество панелей, длина панели, ширина панели, количество дисплеев, длина дисплеев, ширина дисплеев, количество серверов, длина сервера, ширина сервера, высота сервера. Вторичный ключ таблицы - населенный пункт, этой характеристикой данная база связана с базой «параметры установки». Размеры установки зависят от количества экранов и панелей для топографической карты, и количества серверов.
8. «Компенсирующие устройства» включают в себя столбцы: населенный пункт, марка, номинальная мощность, число ступеней, мощность регулирования ступеней. Вторичный ключ таблицы - населенный пункт, этой характеристикой данная база связана с базой «параметры установки». Компенсирующие устройства исходят из количества подстанций.
9. «Комплектующие компьютера» включают в себя столбцы: населенный пункт, тип модели, колонки, клавиатура, мышь, принтер, сетевой адаптер. Вторичный ключ таблицы - населенный пункт, этой характеристикой данная база связана с базой «параметры установки».
   1. Математическое обеспечение.
      1. Оптимальное распределение компенсирующих устройств.

Расчет и регулирование реактивной мощности является одним из основных вопросов связных с повышение качества электроэнергии в сети. Такой вопрос может решаться как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации системы. Компенсация реактивной мощности это расстановка источников реактивной мощности в схеме электроснабжения. Источники реактивной мощности называются – компенсирующие устройства.

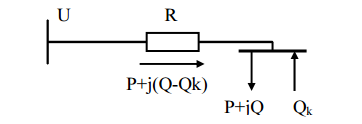


Рис. Схема компенсации реактивной мощности

R –активное сопротивление

U – нарпяжение источника питания

P+jQ –мощность потребителя

При отсутствии компенсирующего устройства у потребителя потери активная мощность на линии:

(1)

При установке компенсирующего устройства потери уменьшатся:

(2)

Потери активной мощности на прямую зависят от компенсации реактивной мощности. Следовательно, что бы улучшить технико-экономические показатели схемы необходимо установить компенсирующие устройства в сеть.

Потери мощности зависят от активной мощности P и реактивной мощности Q. Так как компенсация реактивной мощности влияет только Q, рассматриваются только потери от протекания по линиям только реактивных мощностей.

Снижение потерь мощности минимизирует денежные затраты. Но и установка и оборудование для компенсирующих устройств так же требует затрат. В связи с этим возникает задача определения оптимальной мощности компенсирующих устройств, отвечающих за минимум суммарных затрат. Это задача безусловной оптимизации и может быть решена градиентным методом.

Заданную мощность компенсирующего устройства требуется оптимальным образом распределить внутри системы электроснабжения. Это задача условной оптимизации и решается методом Лагранжа.

Тогда задача оптимизации формулируется так:

Найти оптимальное распределение между потребителями 1,2..n заданной суммарной мощности компенсирующих устройств. Критерий оптимальности – минимум потерь активной мощности в схеме.

Потери активной мощности в схеме:

(3)

Относительный минимум целевой функции ищется при ограничениях

(4)

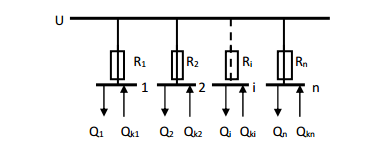


Рис. Радиальная схема электроснабжения

Запишем функцию Лагранжа:

(5)

Для поиска минимума необходимо найти частные производные функции L и приравнять их к 0:

----------------------------------------------------------------------------

(6)

-------------------------------------------------------------------------------

Из системы 6 получаем, что оптимальное распределение суммарной величины компенсирующего устройств в схеме электроснабжения подчиняется равенству:

… (7)

Для оптимального распределения компенсирующих устройства в магистральной схеме электроснабжения целевая функция имеет вид:

(8)

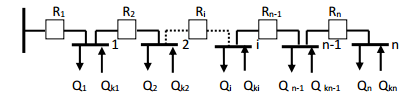
**

Рис. Магистральная схема электроснабжения

Относительный минимум целевой функции ищется при ограничениях

(9)

Запишем функцию Лагранжа:

(10)

Для поиска минимума необходимо найти частные производные функции L и приравнять их к 0:

----------------------------------------------------------------------------

(11)

-------------------------------------------------------------------------------

где ai=2Ri/U2

Из 1-го уравнения системы 11:

(12)

Из 2-го уравнения системы 11:

(13)

Из последнего уравнения системы 11 получим:

(14)

Из уравнения 13 и 14 получаем, что у n-го, (n-1)-го, … , 3-го, 2-го потребителя следует установить компенсирующее устройство мощностью равной реактивной мощности.

Однако при расстановке компенсирующих устройств необходимо так же учитывать следующие ограничения:

(15)

(16)

Где Ui, δi, Pi, Qi - модуль и фазовый угол комплекса напряжения, активная и реактивная мощности узла i ; gij+jbij   – элемент матрицы комплекса узловых проводимостей; δi- δj  – разность фазовых углов между смежными узлами *m* и *k*. m принадлежит множеству k. k – число узлов в сети без балансирующего узла.

Данные ограничения представляют собой установившийся режим электроэнергетической системы. Основные этапы расчета:

1. Получение матрицы узловых проводимостей на вход.
2. Задание начальных приближений напряжений узлов.
3. Определение величины небалансов мощностей.
4. Формирование матрицы Якоби.
5. Решение системы линейных уравнений.
6. Определение новых значений напряжений и фазовых углов напряжения.
7. Проверка условий окончания расчета и возврат на п.3 при их невыполнении.

Матрица Якоби состоит из частных производных и определяет однозначное отображение элемента, заданного в глобальных координатах на «единичный» элемент в локальной плоскости. Формирование матрицы производится из уравнений установившегося режима:

(17)

(18)

(19)

(20)

(21)

(22)

(23)

(24)

Попарно объединив в соответственно, получим четыре матрицы, по которым составим уравнение баланса мощностей в блочно-матричной форме:

(25)

(26)

Следующий шаг – решение системы линейных уравнений. Получаем новые значения приращения напряжения ΔU и фазовых углов Δδ. Используя новые приращения определяем очередное приближение этих двух параметров:

Получив новые значения, проверяем результаты на сходимость. Если точность не достигнута, переходим на следующую итерацию, начиная с пересчета небаланса мощностей.

Для решения системы нелинейных уравнений воспользуемся методом Ньютона. Для решения системы линейных уравнений воспользуемся методом Гаусса.

* + 1. Анализ экономических затрат

Анализ