

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ИНФОРМАЦИОННО – УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ**

### **Введение**

В настоящее время электроэнергетическая система представляет собой развивающуюся многоуровневую территориально распределенную иерархическую систему электроснабжения и потребления электроэнергии.

В процессе развития с увеличением размерности и рассредоточенности электроэнергетических объектов электроэнергетический комплекс приобретает свойства большой системы и становится не вполне наблюдаемым. Это обстоятельство отражается на качестве управления системой и надёжности функционирования её элементов, что может послужить причиной участившихся за последнее время системных аварий и даже катастроф. Для оперативного управления электроэнергетической системой на современном этапе развития информационной техники широко внедряются информационно управляющие системы.

### **Анализ последних достижений**

Информационно - управляющая система включает в себя как аппаратные (технические) средства так и программные средства.

Аппаратные средства состоят из:

- измерительной подсистемы, предназначенной для сбора данных о функционировании элементов системы в реальном времени;
- системы передачи данных, осуществляющей передачу данных от измерительной подсистемы в систему диспетчерского управления электроэнергетическими объектами соответствующего уровня иерархии, и передачу управляющей информации в обратном направлении;
- средств локальной автоматики, которые должны обеспечивать реализацию необходимого управления на локальных объектах.

Комплекс программных средств включает в себя:

- информационно - измерительную подсистему, которая обрабатывает, сохраняет и отображает информацию о состоянии электроэнергетических объектов в реальном времени;

---

© Н.В. Сарафанникова, 2008

- систему поддержки принятия решений, которая даёт возможность оценить состояние электроэнергетических объектов и спрогнозировать критические (предаварийные) режимы их работы и рассчитать необходимое управление для оптимизации режимов функционирования системы;
- специализированные программные средства, предназначенные для согласования работы программных и аппаратных средств.

Наименьшей стабильностью работы электроэнергетического комплекса характеризуется информационно-управляющая система [1].

В настоящее время в электроэнергетическом комплексе Украины функционирует большое количество прикладных программ и информационных баз данных, которые разрабатывались и внедрялись разными производителями, что привело к их практической несовместимости на различных уровнях иерархии электроэнергетической системы. Причиной этого является отсутствие унифицированных стандартов структуризации и описания электроэнергетических объектов и оборудования, различная классификация и идентификация режимных параметров. Отсутствуют также средства и модели создания единой шины, при помощи которой можно объединить разные функционирующие программные приложения в объединённую систему управления. Необходимо отметить тот факт, что на различных уровнях иерархии системы управления электроэнергетической системой используют различные и часто несовместимые между собой протоколы обмена данными и информационные модели.

Решением этой проблемы успешно занимаются международные организации сферы стандартизации при помощи внедрения новой информационной модели электроэнергетических объектов CIM (Common Information Model) [2] и внедрения единых информационных стандартов IEC (International Electrotechnical Commission) [3]. Что способствует уменьшению времени и повышению обмена информацией между различными уровнями диспетчерского управления. Однако проблемы остаются в аппаратной части. Это связано с тем, что в предаварийном режиме (в критическом состоянии) электроэнергетических объектов может прекратиться как энергоснабжение потребителей, так и передача измерительно-управляющих сигналов системы дистанционного управления. Для осуществления передачи сигналов телеметрии традиционно используются линии электропередач. При больших системных авариях могут наблюдаться существенные сбои в работе линий телефонной сети, которые используются при оперативном управлении для связи диспетчеров. Даже если сбой в энергообеспечении линий связи не происходит, то однозначно наблюдается значительное увеличение уровня помех в каналах связи, что снижает надёжность передачи информации и приводит к необходимости дублирования. Так же существуют жёсткие ограничения на время стабилизации ситуации необходимые для расчёта управляющего воздействия, его передачу и реализацию в необходимых узлах электроэнергетических объектов.

## Постановка задачи

Необходимо принять меры для повышения надёжности функционирования систем связи и в критических ситуациях своевременного обеспечения электроэнергетических объектов информацией от информационно - управляющей системы.

## Основная часть

Предлагается дополнить существующие модели информационно - управляющей системы блоком моделирования предаварийной ситуации, который можно включить в схему взаимодействия подсистем поддержки и принятия решений при оперативном управлении [4]. Это влечёт за собой возможность создания и реализации автоматической системы прогноза критических ситуаций, при условии наличия статистической информация от подсистемы мониторинга в режиме реального времени.

Современная информационно - управляющая система объектами электроэнергетического комплекса состоит из блоков управления, сигнализации, датчиков измерений, автоматизированного рабочего места (АРМ) дежурного диспетчера и самого объекта управления соединенных воедино через интегральный программно-аппаратный телеметрический комплекс. Обмен измерительной и управляющей информацией ( $U_{\text{ти}}$ ,  $U_{\text{ту}}$ ) осуществляется по проводным (кабельным) каналам связи. При возникновении критической ситуации, которая может предшествовать катастрофе может наблюдаться физическое разрушение каналов и линий связи. Для возможности стабилизации ситуации и предотвращения развития катастрофы необходимо передавать сигналы аварийного гарантирующего управления ( $U_{\text{туавар}}$ ). Поэтому для возможности управления электроэнергетическими объектами в предаварийной ситуации необходимо предусмотреть организацию надёжного, достоверного и быстродействующего канала передачи управляющих сигналов. Каналом, который невозможно физически разрушить, является радиоканал. С целью повышения надёжности функционирования системы информационного управления при идентификации предаварийной критической ситуации целесообразно продублировать проводные каналы связи радиоканалом для передачи информации об аварийном управлении. Структурная схема информационно - управляющей системы с дублированием канала связи представлена на рис. 1.

Наиболее подходящим способом дублирования аварийной связи является использование системы передачи данных с шумоподобными сигналами.

Шумоподобные сигналы обладают широким спектром и основываются на псевдослучайных последовательностях. За счёт расширения спектра сигнала такие системы связи приобретают такие преимущества как: повышение помехоустойчивости, защищённости передачи, пропускной способности каналов связи [5].

Предлагается использовать при реализации системы связи схему передачи шумоподобно кодированных сигналов с корреляционной приёмо-

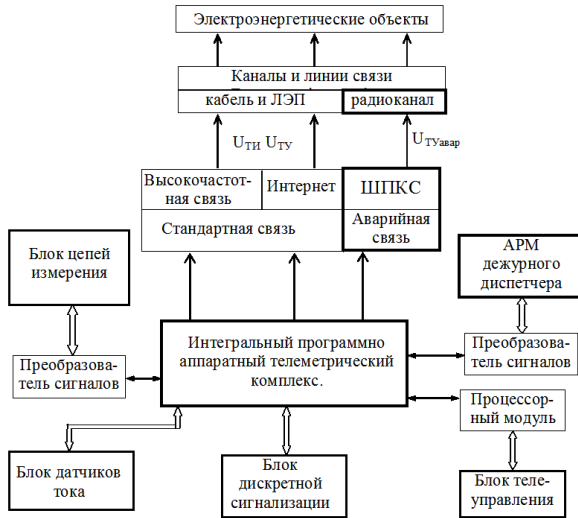


Рис. 1 – Структура информационно – управляющей системы

передающей частью. Структурная схема такой системы передачи данных с прямым расширением спектра сигналов с помощью псевдослучайных последовательностей и корреляционной обработкой сигналов приведена на рис. 2.

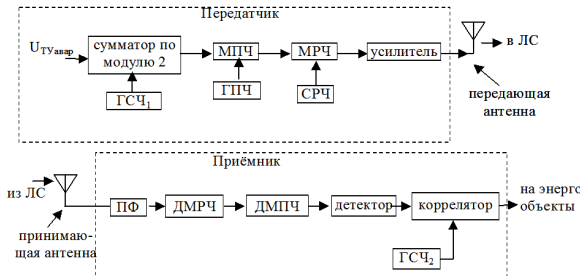


Рис. 2 – Структурная схема системы передачи аварийного управления

Корреляционный передатчик функционирует следующим образом: входной сигнал суммируется по модулю два с псевдослучайной последовательностью, что подаётся с генератора случайных чисел (ГСЧ<sub>1</sub>) тем самым расширяется спектр сигнала; далее расширенный спектр сигнала модулируется с промежуточной частотой, поступающей с генератора промежуточной частоты (ГПЧ) модулятором промежуточной частоты; затем спектр сигнала переносится в диапазон радиочастот с помощью синтеза-

тора радиочастот (СРЧ) и модулятора радиочастот (МРЧ), усиливается и выдаётся в линию связи (ЛС) передающей антенной

Сигнал, полученный из ЛС принимающей антенной, подвергается анализу корреляционным приёмником. Сначала осуществляется выбор рабочей полосы частот с помощью полосового фильтра (ПФ), полезный сигнал дважды выделяется сначала из радиочастот затем из промежуточных частот соответствующими демодуляторами (ДМРЧ) и (ДМПЧ). Дальнейший анализ и выделение полезного сигнала осуществляется знаковым детектором и коррелятором с ГСЧ<sub>2</sub>. При чём ГСЧ<sub>2</sub> должен генерировать последовательность случайных чисел по такому же алгоритму, что и СГЧ<sub>1</sub>.

Корреляционный приёмник функционирует в режиме ожидания и имеет преимущества наряду с другими способами обработки передаваемого сигнала. Такое преимущество можно оценить коэффициентом корреляционной обработки передаваемого сигнала (1):

$$K_r = \frac{(P_c/P_{ш})_{вых}}{(P_c/P_{ш})_{вх}} \quad (1)$$

Данный коэффициент показывает во сколько раз отношение сигнала ( $P_c$ ) к шуму ( $P_{ш}$ ) на выходе увеличивается по сравнению с аналогичными величинами на входе системы связи, что дополнительно повышает помехоустойчивость системы связи.

Для квазиоптимального приёма в приведённом на рис. 2 приёмнике предлагается использовать знаковый цифровой коррелятор [6], который состоит из статического сдвигового регистра  $RG_c$ , динамического сдвигового регистра  $RG_d$ , схемы сравнения и цифроаналогового преобразователя (ЦАП).

Схема цифрового коррелятора аппаратно реализует определение знаковых автокорреляционных функций, которые имеют вид (2):

$$r_x(\tau) = M \left[ \text{sgn} \hat{x}(t) \text{sgn} \hat{x}(t - \tau) \right], \quad (2)$$

где  $\hat{x}(t) = x(t) - m_x(t)$  – центрированное значение кодового слова,  $\tau$  – интервал времени корреляции.

Цифровой коррелятор определяет меру одинаковости принятого кодового слова с кодовыми словами, соответствующими возможным сигналам аварийного управления, которые хранятся в памяти коррелятора. Для информационно - управляющей системы электроэнергетическим комплексом кодовое слово, например, может обозначать отключение некоторых электроэнергетических объектов для стабилизации состояния электроэнергетического комплекса.

В случае использования такого устройства отпадает надобность применения больших вычислительных мощностей, которые необходимы при программной реализации выделения полезного сигнала. Это обеспечивается тем, что в корреляторе в качестве сумматора количества

совпадений и несовпадений используется суммарно-разностный усилитель, который выполняет две функции: цифровую – подсчёт количества совпадений и несовпадений, и аналоговую – преобразование этого подсчитанного количества в напряжение, форму удобную для индикации конечного результата.

Цифроаналоговый преобразователь преобразовывает количество совпадений и несовпадений в напряжение. В данном случае необходимо применять ЦАП унитарного (одинарного) кода. В качестве ЦАП можно использовать многоканальный суммарно-разностный усилитель [6].

В результате применения такой системы передачи данных с шумоподобно кодированными сигналами обеспечивается надёжная передача информации управляющих сигналов в возможных аварийных ситуациях.

### Выводы

Для повышения надёжности функционирования информационно-управляющей системы в критическом режиме электроэнергетических объектов необходимо обеспечить ряд условий:

1) для идентификации критической ситуации необходимо дополнить систему поддержки принятия решения блоком моделирования состояния распределённой электроэнергетической системы, основанным на использовании непрерывной модели, которая строится по единому алгоритму для всех уровней иерархии управления, что совпадает с тенденцией унифицирования представления информации об электроэнергетическом комплексе;

2) для надёжного функционирования информационно – управляющей системы в предаварийных ситуациях необходимо дополнить традиционную систему связи блоком дублирующей аппаратуры связи, которая использует для информационного обмена радио канал;

3) для передачи данных в аварийных ситуациях применять шумоподобно кодированные сигналы, обладающие свойствами высокой помехозащищённости;

4) для упрощения реализации схемного решения дублирующей системы связи и повышения достоверности принятой управляющей информации рекомендуется использовать приёмник корреляционного типа с цифровым знаковым коррелятором;

5) все дублирующие и резервные блоки аппаратуры информационного обмена необходимо обеспечить системой бесперебойного снабжения электроэнергией.

### Литература

1. Інноваційні пріоритети паливно-енергетичного комплексу України / Під заг. ред. А.К. Шидловського. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2005. – 512 с.
2. К.В. Ущеповский, Г.И. Гримуд, П.А. Сергиенко, В.И. Васильченко, А.В. Гинайло, П.С. Лукьянчук, И.Н. Блощаневич, А.С. Яндульский

Основополагающие принципы интеграции АСУЭ в НЭЖ “Укрэнерго”.  
Электрические сети и системы. 2, 2007 г.

3. Гинайло А.В, Блощаневич И.Н., Ущাপовский К.В., Сергиенко П.А., Васильченко В.И., Людмирский В.М., Сухомлинов О.В. Стандарты для создания интегрированных систем управления электроэнергетическими компаниями. – Киев: НЭЖ “Укрэнерго”, 2007. – 14с.
4. Головащенко Н.В., Рудакова А.В. Система поддержки принятия решений для оперативного управления электроэнергетическими объектами. // Проблемы информационных технологий. – 2007. - 2 (002). – С. 21 – 25.
5. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра / Под ред. В.И. Журавлёва. – М.: Радио и связь, 2000. – 520 с.
6. Пат. 69700А Україна, МПК G06F 17/15. Цифровий корелятор. Рогальський Ф.Б., Корніловська Н.В., Боярчук В.П., Головащенко Н.В. (Херсонський державний технічний університет); - 20031110445 Заявл 20.11.03.; Опубл. 15.09.2004. Бюл. 9. 2004. – 5с.