

**Баин Александр Михайлович**

Национальный исследовательский университет “МИЭТ”  
Докторант кафедры “Информатика и программное обеспечение вычислительных систем”  
Кандидат технических наук  
*Aleksandr M. Bain*  
*National Research University of Electronic Technology*  
*Doctoral candidate department*  
*of "Computer science and software computer systems"*

**Чжо Зо Е**

Национальный исследовательский университет “МИЭТ”  
Докторант кафедры “Информатика и программное обеспечение вычислительных систем”  
Кандидат технических наук  
*Kyaw Zaw Ye*  
*National Research University of Electronic Technology*  
*Doctoral candidate department*  
*of "Computer science and software computer systems"*  
E-Mail: [kyawzawye85@gmail.com](mailto:kyawzawye85@gmail.com)

05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

## **К вопросу повышения эффективности использования базового протокола в соответствии со стандартом МЭК 870-5-101 (104)**

By improving the efficiency of the use of the basic protocol in accordance  
with IEC 870-5-101 (104)

**Аннотация:** Рассмотрена проблема перехода от использования сочетания канального и прикладного уровней, характерного для некоммутируемых каналов связи и IEC 60870-5-101, к сочетанию сетевого и прикладного уровней – основы IEC 60870-5-104. Показано, что одним из наиболее эффективных решений задачи является изменение интерпретации байта управления IEC 60870-5-101

**Abstract:** We consider the problem of the transition from the use of a combination of channel and application levels, typical for non-switched communication channels and IEC 60870-5-101, to a combination of network and application levels - the basis of IEC 60870-5-104. It is shown that one of the most effective solutions to the problem is to change the interpretation of the control byte IEC 60870-5-101

**Ключевые слова:** Система управления энергоснабжением; базовый протокол; байт управления; информационное сообщение; синхронизация.

**Keywords:** Power supply control system; basic protocol; byte control; information message; synchronization.

\*\*\*

Современный этап разработки и эксплуатации систем управления энергоснабжением (СУЭ) характерен переходом к использованию для информационных обменов между удаленными контролируруемыми пунктами (КП) и центральным пунктом управления (ПУ) унифицированных международных протоколов. Цель применения унифицированных

протоколов - возможность синтеза единой системы из компонентов различных производителей и оптимизация параметров системы в целом. Наряду с унификацией структуры информационных сообщений при выборе протокола должна учитываться пропускная способность канала связи и обеспечиваться высокий уровень достоверности информации. Указанные параметры определяют эффективность использования протокола.

Для систем управления энергоснабжением, ориентированных на использование современных цифровых каналов связи, в качестве базового протокола выбран стандарт МЭК 870-5-101 (104) (в дальнейшем – *базовый протокол БП*).

Очевидно, что поставленная цель может быть достигнута при соответствии структуры КП и ПУ потенциальным возможностям БП. Однако на практике использование БП не связывается с разработкой или доработкой СУЭ, т.е. с процедурами оптимизации системы для использования БП. Наоборот, БП подгоняется под возможности уже существующей системы вне зависимости от того, насколько оптимально он может быть в ней реализован. В результате БП фактически превращается в набор специализированных протоколов, которые «поддерживаются» СУЭ. Причем такая «поддержка» требует согласования большого числа параметров для реализации БП в конкретной системе управления, что создает опасность постепенного превращения «унифицированных» протоколов в специализированные, приспособленные к ранее разработанным системам. В результате ожидаемый эффект от унификации информационных обменов может быть сведен к нулю, а множество ранее использовавшихся специализированных протоколов превратится в не менее обширное множество вариантов выполнения «унифицированного» базового протокола.

Существует мнение, что для реализации функций БП достаточно выработать программные рекомендации без связи с рекомендациями или требованиями к оборудованию. Многие ведущие специалисты уверены, что формализация требований к аппаратуре устройств СУЭ может быть рассмотрена производителями как навязывание централизованных решений и вмешательство в конкурентную среду. А в реальности применение многих программных рекомендаций либо не сможет быть реализовано в СУЭ, либо не обеспечит эффективное использование и протокола, и новых типов каналов связи, которые вводятся для реализации БП.

Рассмотрим некоторые важные аспекты, показывающие неразрывную связь аппаратуры устройств СУЭ с протоколами информационных обменов.

Традиционно для всех систем управления энергоснабжением основные параметры: достоверность, надежность, быстродействие, помехоустойчивость определялись для работы в нештатной ситуации с учетом влияния ошибок в работе аппаратуры или программного обеспечения в условиях многократного увеличения интенсивности потока заявок на передачу информации [1-2]. Анализ реализаций систем, использующих БП, свидетельствует о пренебрежении к работе системы управления энергоснабжением в нештатных ситуациях и уверенности авторов в том, что высокие уровни основных параметров системы управления энергоснабжения автоматически будут достигнуты за счет увеличения скорости передачи по новым, цифровым каналам связи [1-4]. Поэтому считается достаточным представить быстродействие системы как время передачи одного сообщения по каналу связи [4]. Надежность не связывается с вероятностью обнаружения ошибки при неисправности аппаратуры и программ, а определяется по времени работы между отказами. Т.е. не учитывается вероятность продолжения работы аппаратуры при возникновении неисправности, что может иметь значительно более тяжелые последствия, чем отказ устройства [1-4]. Помехоустойчивость определяется кодовым расстоянием сообщения, передаваемого по каналу связи, вне зависимости от того, в каком месте трассы доставки информации от передатчика в приемник установлен кодер помехоустойчивого кода. В

результате вся часть трассы до введения помехоустойчивого кода не защищается от воздействия помех. По аналогии с помехоустойчивостью достоверность определяется вероятностью не обнаруживаемых искажений сообщения помехами «на границах с каналом связи».

В то же время, важность анализа реальных характеристик систем управления энергообеспечением при работе в нештатных ситуациях увеличивается при использовании БП, так как его универсальность связана с введением дополнительных компонентов рабочего цикла и естественным снижением эффективности использования каналов связи по сравнению со специализированными протоколами. В специализированных протоколах длина сообщений, передаваемых по каналам связи, минимизируется с учетом особенности построения фирменной СУЭ, а универсальность требует учета большего числа вариантов реализации устройств и, естественно, увеличения длины сообщения.

Во всех нормативных документах регламентируется необходимость построения резервированных систем и устройств, а также передачи информации по двум независимым направлениям передачи. Очевидно, что для корректной реализации СУЭ, работающих по основному и резервному каналам связи по двум независимым направлениям передачи от контролируемых пунктов в *центральную приёмно-передающую станцию (ЦППС)*, необходимо организовать четыре потока данных. При организации потоков необходимо учесть практическую невозможность синхронизации работы всех потоков при возможных отказах приема однократно переданного сообщения любым из четырех приемников. Следует также отметить нечеткость формулировок нормативных документов, в которых при констатации необходимости организации резервированных структур не задаются основные параметры СУЭ для каждого канала связи и направления передачи [4]. В результате зачастую горячее резервирование аппаратуры, каналов связи и направлений передачи заменяется холодным резервированием без расчета вероятности потери информации (возможно, аварийной) при переключении аппаратуры и каналов связи.

В данной работе делается попытка оценить риски при использовании базового протокола и определить возможности повышения его эффективности. Для этого проводится анализ:

- взаимосвязи структуры устройств КП и протоколов информационных обменов между ЦППС (ПУ) и КП систем управления;
- обеспечения «мягкого» перехода от протокола МЭК 870-5-101 к МЭК 870-5-104;
- проведения операций инициализации контролируемых пунктов, использования процедур вызова информации, задания параметров качества, привязки событий к меткам времени;
- построения резервированных систем телемеханики;
- реализации структуры модулей и их связей с источниками и приемниками информации.

На рисунке приведена структура байта по п.5.1.2 ГОСТ 870-5-2. Байт содержит информацию о направлении передачи, типе сервиса, должен обеспечить защиту от потерь и дублирования сообщений.

Поле управления	Резерв RES	1 PRM 0	FCB	FCV	23	22	21	20	От первичной станции к вторичной
			ACD	DFC	Функция				От вторичной станции к первичной
Биты	8	7	6	5	4	3	2	1	

*Рис. Структура байта управления базового протокола*

RES – резерв (при небалансной передаче),

FCB – бит счета кадров,

0;1 - чередующиеся значения бита при последовательной передаче

ПОСЫЛКА/ПОДТВЕРЖДЕНИЕ или ЗАПРОС/ОТВЕТ для данной станции,

FCV - легитимность (законность) бита счета кадров,

DFC – контроль потока данных (возможен/невозможен прием данных вторичной станцией, например, из-за переполнения буфера),

ACD – бит требования запроса данных (разделение данных на классы 1 и 2),

PRM – направление передачи информации

Функция – сервисы для расшифровки режима, отличающиеся для направлений передачи и балансной/небалансной процедуры.

Бит FCB используется для предотвращения потери и дублирования информационных сообщений. При подтверждении приема сообщения значение «1» изменяется на «0», а «0» - на «1». При рассинхронизации последовательности передачи сигнала FCB от первичной или вторичной станции вводятся процедуры начальной установки сигнала FCB, как правило, сопровождаемые установкой начального состояния канала и «процесса».

Так как сигнал FCB вынесен за пределы собственно информационного сообщения, заменить ранее переданное и не принятое сообщение другим, стоящим в очереди на передачу, не удастся, даже если в очереди на передачу находятся более приоритетные данные.

Бит DFC дополняет FCB при реализации процедур синхронизации информационных обменов. Корректная последовательность передачи и приема указанных бит используется в качестве квитанции – разрешения перехода к передаче очередного сообщения.

Принятый принцип синхронизации информационных обменов тормозит их проведение, так как ранее переданные данные не могут быть заменены новыми до получения подтверждения неискаженного приема от прикладного уровня приемника. В связи с этим может быть нарушена приоритетность доставки информации приемнику, т.к. «стоящая» в очереди на передачу более приоритетная информация (даже включающая данные аварийного характера) не может заменить менее приоритетную информацию, ранее занесенную в буфер передачи.

Если приемник отказывается квитировать полученную информацию, проводятся процедуры инициализации, в которые включаются операции приведения в начальное состояние «процесса» и канала связи. В результате создаются предпосылки для потери информационных сообщений (в том числе включающих данные аварийного процесса).

Предлагается повысить качество использования байта управления за счет:

- введения признака повторной передачи информационного сообщения;

- присвоения сообщениям порядковых номеров;
- создания стека информационных сообщений;
- удержания сформированного сообщения в буфере передачи только до момента его однократной передачи по каналу связи;
- переноса переданного сообщения в конец стека;
- автоматического переноса сообщения, находящегося в голове стека, в буфер передачи сразу после завершения передачи в канал связи сообщения, ранее занесенного в буфер.

Порядковые номера присваиваются подготовленным к передаче сообщениям и могут изменяться от 1 до  $2^n$ , где «n» - число разрядов, выделенных для фиксации кода номера сообщений. Расчеты показывают, что при  $n=4$  обеспечивается комфортный режим передачи сообщений с учетом возможных ошибок и отказов от приема переданных сообщений. Номер сообщения включается в состав байта управления. Признак повторной передачи сообщения дополняет его номер и присваивается сообщению сразу после его первичной передачи и переноса в конец стека. Переданное сообщение гасится, если до перемещения его в начало стека, т.е. до начала его повторной передачи, поступает «квитанция» - подтверждение его приема, а также после оговоренного числа передач при отсутствии «квитанции». Естественно, что квитанция становится «адресной» и включает код номера сообщения, принятого без искажений.

Предлагаемый алгоритм передачи сообщения исключает необходимость проведения процедур синхронизации, а, следовательно, использования бита FCB и признака его актуальности.

Приведем некоторые другие преимущества предлагаемого алгоритма проведения информационных обменов:

- однократно переданное сообщение не тормозит передачу следующего сообщения независимо от результата его приема,
- практически исключается возможность принудительного гашения переданного сообщения благодаря организации повторной его передачи (без влияния на оперативность),

исключается необходимость формирования и контроля бита синхронизации обменов между первичной и вторичной станцией,

- минимизируются различия в процедурах передачи и квитирования информационных сообщений, принятых в протоколах МЭК 870-5-101 и МЭК 870-5-104.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баин А.М., Дубовой Н.Д., Портнов Е.М., Чумаченко П.Ю. Способ повышения достоверности телесигнализации в системах управления энергообеспечением объектов различного назначения// Оборонная техника, 2012.-№ 4-5.-С.40-41.
2. В.В. Слюсарь, Н.Д. Дубовой, Я.О. Теплова// Методика определения реального быстродействия информационно-управляющих систем в энергетике// Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. -М.: ФГУП “ВИМИ”,2012.- № 3.
3. Баин А.М., Портнов Е.М. Методика синтеза многофункциональных систем управления энергообеспечением// XXXVIII Международная конференция “Информационные технологии в науке, социологии, экономике и бизнесе”// Труды конференции, Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 2012.-С.154-157.
4. Е.М. Портнов, А.М. Баин, П.Ю. Чумаченко, Н.И. Сидоренко “Методика повышения эффективности использования магистральных каналов связи информационно-управляющих систем в энергетике”// Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. -М.: ФГУП “ВИМИ”,2012.- № 2.-С.68-73.
5. ГОСТ Р МЭК 870-5-2-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 2. Процедуры в каналах передачи.

**Рецензент:** Начальник научно-исследовательской лаборатории управляющих информационных систем НИУ «МИЭТ», д.т.н., профессор Е.М. Портнов.