ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Часть 6.
ПРОТОКОЛЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ, СОВМЕСТИМЫЕ СО СТАНДАРТАМИ ИСО И РЕКОМЕНДАЦИЯМИ ITU-T.

Раздел 1.
СРЕДА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТАНДАРТОВ

Издание официальное

БЗ 10—97/324

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН АО «Научно-исследовательский институт электроэнергетики (ВНИИЭ)»

ВНЕСЕН Российским акционерным обществом энергетики и электрификации «ЕЭС РОССИИ»

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 24 марта 1998 г. № 80

Настоящий стандарт содержит полный аутентичный текст международного стандарта МЭК 870-6-1—95 «Устройства и системы телемеханики. Часть 6. Протоколы телемеханики, совместимые со стандартами ИСО и рекомендациями ITU-T. Раздел 1. Среда пользователя и организация стандартов»

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 1998

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

Содержание

Введение . . . 1
Предисловие . . . 1
Словарь терминов . . . 3
Аббревиатуры . . . 3
Нормативные документы . . . 4
1 Основные требования . . . 4
1.1 Функциональные прикладные требования . . . 4
1.2 Функциональные требования связи . . . 7
1.3 Требования к эффективности связи . . . 12
2 Основные структуры . . . 20
2.1 Сети передачи с коммутацией пакетов . . . 20
2.2 Сети передачи с коммутацией каналов . . . 21
2.3 Структуры, основанные на ISDN . . . 21
2.4 Структуры с некоммутируемыми каналами . . . 21
2.5 Локальные сети . . . 22
3 Описание функциональных профилей (ФП) . . . 24
3.1 Классификационная схема . . . 25
3.2 Перечень функциональных профилей . . . 26
3.3 Процедура описания ФП . . . 27
Приложение А Примеры сценариев лавинных процессов — расчетный лавинный поток данных . . 29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Ч а с т ь 6. Протоколы телемеханики, совместимые со стандартами ИСО и рекомендациями ITU-T. Р а з д е л 1. Среда пользователя и организация стандартов

Telecontrol equipment and systems.
Part 6. Telecontrol protocols compatible with ISO standards and ITU-T recommendations.
Section 1. Application context and organization of standards

Дата введения 1999—01—01

ВВЕДЕНИЕ

Во введении показано место, занимаемое частью 6 среди стандартов МЭК серии 870, и дано представление о ее организации и содержании.

Стандарты МЭК серии 870 «Устройства и системы телемеханики» состоят из 6 основных частей. Часть 6 (МЭК 870-6) называется «Протоколы телемеханики, совместимые со стандартами ИСО (ISO)* и рекомендациями (МСЭ-Т) ITU-T**».

Целью части 6 является стандартизация функциональных профилей (ФП) для энергосистем. Указанные ФП представляют собой средства описания законченных, действующих и взаимосвязанных систем для обеспечения сквозной связи и взаимодействия.

Настоящий стандарт предполагает обеспечение совместимости отечественных нормативных документов с документами Международного союза электросвязи по телекоммуникациям — МСЭ-Т (ITU-T).

ПРЕДИСЛОВИЕ

Часть 6*** состоит из трех основных разделов, включающих следующие стандарты:

- настоящий стандарт МЭК 870-6-1. Это первый стандарт — он устанавливает общее построение части 6: какой формат должен быть использован, контекст пользователя и контекст связи, к которому он применим. Стандарт включает структуру документа, область применения, требования, основные конфигурации сети связи и форму, в которых стандарты будут разрабатываться;
- стандарты МЭК 870-6-2, МЭК 870-6-3 и МЭК 870-6-4 будут содержать описание уровней модели OSI[4]* (ВОС), базовых стандартов и управления сетью: руководства и указания по использованию базовых стандартов;
- стандарт МЭК 870-6-5 устанавливает Функциональные Профили (ФП), описание того, как использовать стандарты разных уровней модели ВОС, чтобы применить их к определенной функции.

Поскольку невозможно предсказать развитие потребностей пользователя и/или технологии сетей связи, то структура части 6 открыта и позволяет добавлять ФП при необходимости. По этой причине ФП выделены в отдельный раздел. ФП могут при необходимости добавляться и вводиться индивидуально.

---

* ISO — International Organization for Standardization (Международная организация по стандартизации).

** ITU-T — International Telecommunication Union — Telecommunication Standardisation Sector.
МСЭ-Т — Международный союз электросвязи по телекоммуникациям.

*** Серия стандартов МЭК 870-6 в настоящее время находится в стадии разработки в МЭК/ТК 57. После принятия каждого из стандартов будет осуществляться его прямое применение в качестве государственного стандарта Российской Федерации.

[4]* OSI — Open System Interconnection.
ВОС — Взаимосвязь Открытых Систем.

Детали организации

Настоящий стандарт (ГОСТ Р МЭК 870-6-1) устанавливает среду пользователя и представляет требования, которые должны быть выполнены. Раздел показывает границы функций и характеристик, внутри которых действуют протоколы.

В стандарте описаны основные конфигурации, для которых определены ФП. Сюда включены конфигурации Оконечных и Промежуточных систем. Эти конфигурации показаны в среде телемеханики, в которой они используются.

Настоящий стандарт содержит также определение ФП. Приведены описание классификационной схемы, способа определения ФП и перечень ФП, которые должны быть разработаны.

Таким образом, настоящий стандарт является введением и руководством всего планируемого содержания стандартов части 6 серии 870.

Стандарты МЭК 870-6-2, МЭК 870-6-3 и МЭК 870-6-4 будут организованы в соответствии с 7-уровневой базовой моделью ВОС. Поскольку выбор протоколов на трех нижних уровнях строго взаимозависим, эти три уровня представлены в стандарте МЭК 870-6-2. Внутри этого стандарта организация соответствует типу Сети Передачи.

Стандарты МЭК 870-6-2 и МЭК 870-6-3 строятся в соответствии с уровнями модели ВОС. Каждый содержит следующие элементы:

- Введение — краткое описание функций уровней и роль всего процесса связи;
- Нормативные документы;
- Услуги (сервисы):

перечень услуг и параметров QOS (качество услуг), включаемых в стандарты,

перечень того, какие из этих услуг и параметров должны/могут быть обеспечены;

- Протокол:

перечень классов, поднаборов и т. п. протоколов, включенных в данные стандарты,

перечень того, какие из этих классов, поднаборов и т. п. должны/могут быть обеспечены.

Стандарт МЭК 870-6-3 включает описание способа, которым программы пользователя взаимодействуют с уровнем пользователя, и функции управления для обеспечения взаимодействия с одной или более Оконечных систем.

Стандарт МЭК 870-6-4 относится к управлению сетью, определяя работу функции управления, которая выдает сообщение об этом оперативной структуре каждого уровня. То есть функция управления:

- сообщает эту информацию программам пользователя и
- обеспечивает возможность программам пользователя контролировать функционирование различных уровней в качестве менеджера сети (в отличие от пользователя сети).

Стандарт МЭК 870-6-5 содержит специальные стандарты уровня пользователя и существующие функциональные профили, разработанные как стандарты внутри структуры части 6. Планируемая нумерация в этих стандартах следующая:

Разделы 6.500—6.599: Специальные стандарты уровня пользователя;
6.600—6.699: Транспортные профили;
6.700—6.799: Профили пользователя;
6.800—6.899: Формат обмена и профили представления;
6.900—6.999: Релейные профили.

Концепция Функциональных Профилей коротко представлена ниже. Более детальное описание, включая разбивку их на четыре класса [Передача (транспорт), Пользователь, Формат обмена и представления, Релейный], приведено в разделе 3 настоящего стандарта.

Концепция Функциональных Профилей.

Основное семейство услуг и протоколов ВОС предусматривает гибкий набор альтернатив для использования их в широком спектре прикладных задач, в то время как индивидуальные области использования требуют специально приспособленных наборов и поднаборов стандартов. Подход к определению этих специальных наборов и поднаборов, используемый многочисленными организациями, разрабатывающими и использующими стандарты, — это и есть подход с помощью Функциональных Профилей.

Их целью является дать рекомендации, когда и как должны быть использованы соответствующие стандарты по информационным технологиям, чтобы удовлетворить указанным требованиям. ФП не должен менять стандарты, к которым он относится, но вносит ясность во взаимоотношения ряда стандартов, используемых совместно для определенной области деятельности. ФП могут также определять специфические детали в привлеченных стандартах.

Кроме того, ФП разделяют всю работу на части, каждая из которых в отдельности функционально закончена, готова для испытаний и использования. Это дает возможность скорейшим образом сделать выбор из отдельных стандартов.

При этом упрощается определение и применение процедур испытаний на совместимость.

Получающиеся в результате стандарты могут затем постепенно включаться в общую систему связи для нужд телемеханики, автоматики и управления электрическими сетями.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Словарь терминов содержит следующие термины, применяемые в стандартах части 6:

Профиль — набор из одного или более базовых стандартов и, где возможно, идентификация выбранных классов, поднаборов, опций и параметров этих базовых стандартов, необходимых для выполнения определенной функции.

Утверждение (заявление) о соответствии применения протокола — заявление поставщика реализуемого ВОС или системы, заявляющего какие функции или опции были реализованы для данного протокола ВОС. [Protokol Implementation Conformance Statement (PICS)].

Документ в форме опросного листа, разработанный составителем протокола или программы испытаний, — документ по завершении становится PICS для реализации ВОС или системы (PICS Proforma).

Требования статического согласования — ограничения, задаваемые стандартами ВОС, для упрощения взаимодействия путем определения требований к возможностям реализации.

Требования динамического согласования — все те же требования (и опции), определяющие какое наблюдаемое поведение допускается соответствующими стандартами ВОС во время связи.

Базовый стандарт — опубликованный стандарт (международный стандарт, рекомендации ITU-T), используемый для определения профиля.

АББРЕВИАТУРЫ

В настоящем стандарте использованы следующие аббревиатуры:

ASE — пользовательский сервисный элемент (Application Service Element);

CLNS — услуги (сервис) сети без установления соединения (Connectionless — mode Network Service);

CLTS — транспортные услуги (сервис) без установления соединения (Connectionless — mode Transport Service);

CONS — услуги (сервис) сети с установлением соединения (Connection mode Network Service);

COTS — транспортные услуги (сервис) с установлением соединения (Connection mode Transport Service);

FP — функциональный профиль (Functional Profile);

GOSIP — профили ВОС, принятые на государственном уровне (используемые как в США, так и в Великобритании) (Goverment Open Systems Interconnection Profile);

ISP — международный стандартизованный профиль (International Standardized Profile);

PAS — программное обеспечение для энергетики (Power Application Software);

PICS — утверждение (заявление) о соответствии применения протокола (Protocol Implementation Conformance Sfatement);

SCADA — оперативное управление и сбор данных (Supervisory Control and Data Acquisition);

QOS — качество услуг (сервиса) (Quality of Service);

PSTN — коммутируемая телефонная сеть общественного пользования (Public switched telephone network);

CSDN — сеть передачи данных с коммутацией каналов (цепей) (Circuit switching data network);

PSDN — сеть передачи данных с коммутацией пакетов (Packed switching data network);

ISDN — цифровая сеть с интегрированным сервисом (Integrated service digital network);

FTAM — передача файлов, доступ, управление (File transfer, access, management);

MHS — система обработки сообщений (Message handling system);

MMS — спецификация производственных сообщений (Manufacturing message specification);

MAC — контроль доступа в память (Medium access control);

CSMA/CO — локальная сеть множественного доступа с контролем носителя.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р МЭК 870-4—93 Устройства и системы телемеханики. Часть 4. Технические требования

ГОСТ Р МЭК 870-5-1—95 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 1. Форматы передаваемых кадров

ГОСТ Р МЭК 870-5-2—95 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 2. Процедуры в каналах передачи

ГОСТ Р МЭК 870-5-3—95 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 3. Общая структура данных пользователя

ГОСТ Р МЭК 870-5-4—96 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 4. Определение и кодирование элементов пользовательской информации

ГОСТ Р МЭК 870-5-5—96 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 5. Основные прикладные функции

1 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Необходимо сделать ясное различие между двумя разными подходами.

Первое — это требования функций пользователя и второе, вытекающее из первого, требования к функциям связи и их исполнению.

Пункт 1.1, приведенный ниже, описывает функции пользователя и соответствующие требования к передаче данных.

Пункт 1.2, приведенный ниже, представляет функциональные требования связи.

Пункт 1.3, приведенный ниже, детализирует требования к осуществлению связи.

1.1 Функциональные прикладные требования

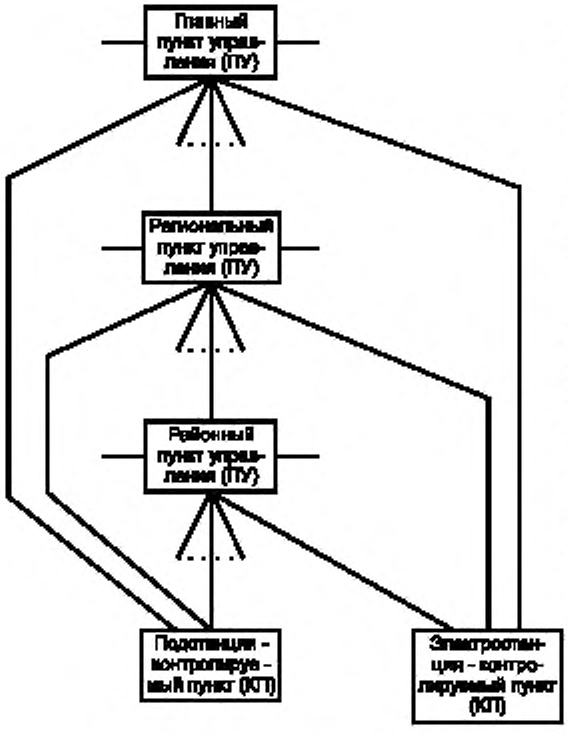

Рисунок 1 — Основная структура системы управления

Как показано на рисунке 1 системы телемеханики строятся по иерархическому принципу. На рисунке 1 независимо от действительного выполнения системы показаны только логические связи между пунктами управления (ПУ) и контролируемыми пунктами (КП). Кроме вертикальной передачи данных процесса имеются и горизонтальные связи между ПУ одного уровня и КП. На рисунке показана основная рекомендуемая конфигурация, не претендующая на все возможные решения. В реальных системах некоторые ПУ могут отсутствовать или иметь объединенные функции.

В таблице 1 приведены типовые функции управления (контроля), используемые на ПУ. Не все функции могут быть реализованы. В таблице 2 приведены типовые характеристики рабочих и управляющих функций по временным параметрам, составу данных и обработке.

Прикладные функции и их потребности, связанные с передачей данных, предполагают определенный набор требований, которые должны выполняться системой связи. Эти требования включают, например:

- возможность установления связи с одним или несколькими пользователями;
- производительность данных (пропускную способность), максимальную задержку передачи;
- достоверность данных;
- надежность, готовность и безопасность;

Таблица 1 — Размещение функций управления (контроля)

Функции управления (контроля)	Районный ПУ DCC*	Областной ПУ ACC*	Региональный ПУ RCC*	Центральный ПУ MCC*
1 УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМАМИ				
1.1 Управление работой сети:				
- контроль	+	+	+	+
- управление (составление графика напряжения, реактивной мощности, регулирования трансформаторов)	+	+	+	+
- определение состояния:				
определение топологии	—	—	+	+
оценка состояния	—	—	+	+
внешнее эквивалентирование	—	—	+	+
- анализ:				
расчет потокораспределения	—	—	+	+
расчет коротких замыканий	—	—	+	+
защита от несанкционированного доступа	—	—	+	+
восстановление системы	—	—	+	+
оптимальное потокораспределение	—	—	+	+
1.2 Контроль и управление генерацией:				
- планирование обменных перетоков	—	—	—	+
- управление обменом	—	—	—	+
- автоматическое управление генерацией (AGC):				
управление агрегатами	—	+	+	+
управление частотой и мощностью	—	+	+	+
сброс нагрузки	—	+	+	+
- экономичное управление	—	+	+	+
- планирование пуска и останова агрегатов	—	+	+	+
- прогноз нагрузки	—	+	+	+
1.3 Управление нагрузкой	—	—	+	+
1.4 Учет электроэнергии (телесчет)	—	+	+	+
2 ПОСЛЕАВАРИЙНЫЙ АНАЛИЗ	+	+	+	+
3 ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ				
3.1 Контроль и управление	+	+	+	+
3.2 Загрузка на подчиненные подстанции или резервные ПУ:				
- базы данных	+	+	+	+
- программ	+	+	+	+
- параметров	+	+	+	+
3.3 Общий опрос	+	+	+	+
4 ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СВЯЗЬ	+	+	+	+

* Обозначения:
ACC — областной пункт управления;
DCC — районный пункт управления;
RCC — региональный пункт управления;
MCC — главный (центральный) пункт управления.

Примечания

1 Могут быть реализованы не все показанные функции.

2 В таблице знак «+» означает наличие функции, знак «—» — отсутствие функции.

Таблица 2 — Типовые характеристики рабочих и управляющих функций по временным параметрам, составу данных и обработке

Функции управления (контроля)	Обработка		Характеристики данных
	спорадическая	периодическая	
1 УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМАМИ			
1.1 Управление работой сети:			
- контроль	+	или <30 с	
- управление (составление графика напряжения, реактивной мощности, регулирования трансформаторов)	+	—	
- определение состояния:			
определение топологии	+	—	Периодические данные и пакеты данных с малым временем запаздывания и высокой достоверностью
оценка состояния	—	10 мин	
внешнее эквивалентирование	—	15 мин	
- анализ:			
расчет потокораспределения	—	30 мин	
расчет коротких замыканий	—	от 30 мин до 1 ч	
контроль безопасности	—	15 мин	
оптимальное потокораспределение	—	30 мин	
восстановление системы	—	по запросу	
1.2 Контроль и управление генерацией			Периодические данные с малым временем запаздывания и высокой достоверностью
- планирование обменных перетоков	—	1 ч	
- управление обменом	—	5 мин	Управляющие величины с малым временем запаздывания
- автоматическое управление генерацией (AGC)		2—4 с	
управление агрегатами	—		
управление частотой и мощностью	—		
сброс нагрузки	—		
- экономичное управление	—	5 мин	
- планирование пуска и останова агрегатов	—	1—4 ч	
- прогноз нагрузки	—	4—8 ч	
1.3 Управление нагрузкой	—		Периодические данные (см. 1.1 и 1.2 настоящей таблицы)
1.4 Учет электроэнергии (телесчет)	—	5 мин	
2 ПОСЛЕАВАРИЙНЫЙ АНАЛИЗ	—	по запросу	Большой объем данных не в реальном времени, редко
3 ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ			
3.1 Контроль и управление	—	—	См. 1.1 и 1.2 настоящей таблицы
3.2 Загрузка на подчиненные подстанции или резервные ПУ:			Большой объем данных не в реальном времени, малое время запаздывания. Передача в течение 1 мин, редко
- базы данных	—	по запросу	
- программ	—	по запросу	
- параметров	—	по запросу	
3.3 Общий опрос	—	по запросу	
4 ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СВЯЗЬ	—	по запросу	Передача в течение 1 мин, редко

Примечание — В таблице знак «+» означает наличие спорадической обработки, знак «—» — ее отсутствие

- предоставление стандартных услуг связи, таких как передача файлов, сообщений и т. п.

В 1.2 и 1.3 описаны соответственно функциональные требования связи и требования к эффективности связи.

1.2 Функциональные требования связи

В настоящем пункте приведены требования к функциям систем связи.

Эти функции должны быть:

- доступны прикладным функциям;
- включены в систему связи.

Здесь представлены только функции, имеющие прямое отношение к запросам пользователя. Внутренние функции систем связи и относящиеся к определенному уровню (например организация, поддержание и завершение соединения протоколами различных уровней) описаны в соответствующих стандартах МЭК 870-6.

1.2.1 *Общие положения*

«Система связи» состоит из следующих частей:

- семи уровней ВОС в Оконечных системах и функций управления;
- собственно сетей передачи:

устройств и среды передачи;

промежуточных систем (коммутация, узлы с промежуточной буферизацией).

1.2.1.1 Выполнение определенных прикладных функций

Определенные функции и общие требования обычно связаны с системой телемеханики и функциями пользователя, а также с их управлением. Они включают:

- систему запуска и реакцию на повреждения компьютера;
- обслуживание базы данных: коррекция, доступ, защита, синхронизация распределенных баз данных;
- интерфейс оператора;
- стандартизацию программ пользователя (SCADA, EMS), с которыми имеется взаимодействие;
- снабжение данных временными признаками;
- способы инициализации передачи данных (периодически, спорадически, по запросу и т. п.).

Следует учитывать те аспекты, которые имеют отношение к структуре связи и протоколам, хотя они находятся вне области применения части 6. Другие работы с базами данных, такие как преобразование данных и адресация объектов данных, могут быть рассмотрены как включенные в функции связи.

Реализация ряда других функций менее ясна. В частности это касается запуска систем связи.

Такие функции, как установление состояния других Оконечных систем и создание логических соединений между Оконечными системами для прикладного использования, могут обрабатываться:

- самой прикладной задачей;
- специальным ASE на уровне пользователя (или более низком уровне).

Выбор остается открытым.

1.2.1.2 Синхронизация системных часов

Обычно эта функция выполняется отдельно от системы связи для телемеханики (например, общий сигнал времени по радио) из-за жестких требований к точности и отклонениям времени. Если функция синхронизации выполняется через систему связи, то имеет место следующее:

- в основном это функция пользователя;
- синхронизация, выполняемая сетью связи (в случае коммутации пакетов), может иметь следующий недостаток — произвольное (случайное) запаздывание передачи*, присущее узлам с промежуточной буферизацией.

1.2.2 *Основные функциональные требования*

Процессы пользователя имеют также общие функциональные требования, не специфичные для телемеханики:

Сквозная готовность (доступность)

Одна из важных характеристик — это высокая готовность (доступность) пути связи между потенциально могущими быть связанными Оконечными системами. Система связи должна иметь достаточную избыточность, чтобы иметь возможность обеспечить пути связи даже в случае любого единичного повреждения ООД**, линии связи или промежуточной системы.

Среди способов, гарантирующих необходимый уровень готовности (доступности), имеются следующие возможности:

---

* Запаздывание передачи обычно составляет 200—800 мс.

** ООД — Оконечное оборудование данных.

- ячеистые сети с коммутацией пакетов (X.25);
- многоканальные процедуры ИСО;
- множество точек доступа к сети передачи для одной оконечной системы.

Объединение пользователей

Связь между пользователями с целью совместной работы в двух или более Оконечных системах может иметь место в объединении пользователей (т. е. объединение на уровне пользователя). Установление, управление и завершение этих объединений должно быть функцией системы связи.

Управление потоком

Система связи должна предусматривать механизмы управления потоком, чтобы предотвратить перегрузку сети передачи. Механизм должен быть явным, в частности он должен быть отделен от процедуры опознавания.

Достоверность данных, контроль ошибок

Система связи должна предусматривать средства для защиты от необнаруженных ошибок, потери и/или повторения (дублирования) сообщений в случаях:

- ошибок, вызванных помехами;
- повреждения канала связи;
- повреждения аппаратуры.

Механизмы обнаружения ошибки в сообщении расположены на 2-м и 4-м уровнях модели ВОС. Должны быть предусмотрены также механизмы повторения сообщений в случае высоких требований к надежности сообщений. Другие методы, такие как использование отдельных сообщений «Выбор и Исполнение», проверка, основанная на критериях когерентности процессов, и т. п. зависят от процессов пользователя и не рассматриваются.

Маршрутизация и мультиплексирование

Подсистемы связи должны предусматривать способы для выбора маршрута и мультиплексирования трафика данных, используя логические каналы.

Приоритет

Внутри данной функции или между различными функциями пользователя существует понятие относительной важности данных в смысле критичности доставки их в определенное время с заданной задержкой, чтобы гарантировать правильную работу функции пользователя. Например, аналоговые данные, используемые в функциях управления в замкнутой петле, обычно более критичны к времени, чем данные SCADA. Классический метод решения этой задачи — понятие приоритетности сообщений.

Понятие приоритетности сообщения внутри модели ВОС и в соответствующих стандартах существует в двух видах:

в зависимости от соединения

Определения услуг для транспортного и сетевого уровней содержат идею об относительном приоритете соединения по отношению к другим соединениям. Относящиеся сюда параметры, включенные в QOS на каждом из этих уровней, определяют относительный приоритет соединений по отношению к:

- очередности ухудшения QOS соединений при необходимости;
- очередности разрыва соединений при необходимости для восстановления ресурсов.

Они не включают понятия «относительный приоритет» для различных сообщений, посылаемых по любому заданному соединению;

в зависимости от сообщения

Понятие срочных данных на транспортном и сетевом уровнях предусматривает установление приоритета для ускорения передачи случайных срочных данных. В рекомендации X.25 пакеты прерываний играют аналогичную роль.

Приоритеты, однако, подчиняются строгим и ограничивающим правилам их использования. Они не рассчитаны на использование при постоянной (длительной) передаче данных.

Любая обработка приоритета сообщения, выходящая за пределы этих механизмов, должна обеспечиваться или в подсети или в самом процессе пользователя.

Управление сетью

Должны предусматриваться средства для управления и контроля за состоянием различных элементов системы связи.

Внутри каждой Оконечной и Промежуточной систем должна быть возможность управления рабочими параметрами и параметрами состояния таких систем. Пользователь должен иметь возможность связываться с функцией управления, чтобы получать эксплуатационную информацию и

управлять работой системы связи. Такая возможность включает непосредственный контроль и управление функциями на каждом уровне ВОС.

Все функции (например, системного уровня) должны предусматривать наблюдение и контроль за глобальной системой связи. При необходимости для этой цели можно использовать выделенный канал связи.

Защита данных

Механизмы защиты данных необходимы для уменьшения риска несанкционированного доступа при передаче коммерческих или важных технологических данных, а также несанкционированного ввода сообщений в сеть.

1.2.3 *Основные функциональные требования телемеханики*

Ниже перечислены основные функциональные требования к связи, предъявляемые многими процессами пользователя, такими как инициализация передачи данных, преобразование данных и управление временем существования данных.

Некоторые из этих функций могут выполняться самим процессом пользователя, но влияют на выбор опций и параметров системы связи. Другие функции присущи самой системе связи.

Существенным требованием систем SCADA и EMS (автоматическая система диспетчерского управления) является передача короткими сообщениями и группами сообщений с жесткими временными требованиями и требованиями достоверности. Приведенные ниже методы передачи данных FG1 — FG6 могут быть использованы для различных типов данных. Данные обычно передаются спорадически, периодически или по запросу. Методы передачи группы данных могут быть определены заранее (FG1 — FG6) или быть предметом обсуждения (FS1 вместе с FG1 — FG6).

Функции FG7 и FG8 не относятся к методам передачи данных.

FG1 Спорадическая передача данных

Передача данных инициируется процессом пользователя при возникновении событий или изменений данных. Данные имеют обычно небольшую длину и различный приоритет. Предусматриваются два различных приоритета — нормальный и ускоренный. Ускоренные данные обходят нормальные данные в буферах передачи и не подлежат контролю потока.

Типичными спорадическими данными являются команды, величины уставки, аварийные сигналы, телесигналы и измерения.

В зависимости от активности процесса эти данные могут быть очень кучными и в результате лавинообразными.

FG2 Блочная спорадическая передача данных

Передача аналогична FG1, за исключением того, что инициирующий процесс пользователя после возникновения события или изменения данных ожидает (обычно <10 с) получения дополнительных спорадических данных. Данные могут быть любого типа. Собранные данные объединяются процессом пользователя в блоки, чтобы обеспечить более эффективную и однозначную передачу данных в случае пакетов данных или лавин. Объединение в блоки может быть различным по времени сбора и количеству данных.

Типовыми блочными спорадическими данными являются аварийные сигналы, телесигнализация и т. п.

FG3 Циклическая передача данных

Циклическая передача данных без интервалов между периодами не рекомендуется, во избежание перегрузки сети передачи. Перегрузка может вызвать чрезмерное запаздывание передачи.

FG4 Периодическая передача данных

Передача данных инициируется процессом пользователя периодически с постоянным периодическим интервалом. В каждый период передаются те же самые данные независимо от того, изменились они или нет.

Обычно периодическими данными являются измерения и показания счетчиков. Есть возможность отмечать период передачи данных временной отметкой или номером периода.

FG5 Спорадическая передача данных в периодических интервалах

Передача данных инициируется процессом пользователя периодически с постоянным периодическим интервалом, как указано для FG4, но передаются не все данные, а только спорадические. Это позволяет более эффективно использовать ресурсы связи.

Типичными спорадически-периодическими данными являются измеряемые величины.

FG6 Запрос данных

Передача данных инициируется одним процессом пользователя с помощью запроса к соответствующему другому процессу пользователя. Запрос может управляться событием, например, вводи-

мым вручную или по периодическому графику. График определяется подсистемой связи или процессом пользователя.

Типовыми функциями являются опрос станций, запрос групп данных и т. п.

FG7 Представление и преобразование форматов данных

Подсистема связи должна предусматривать средства для согласования контекста представления связи (абстрактный синтаксис и синтаксис передачи) и преобразования данных, если связываемые оконечные системы используют различные форматы представления. Также возможен взаимно согласованный и заранее заданный общий контекст представления, идентичный местному контексту представления, во избежание преобразования данных для однородных систем телемеханики.

Представление данных

Элементы данных (объекты) содержат характеристики данных для:

- причины передачи;
- адресов данных;
- типа данных;
- количества значений величин;
- значений величин;
- качества/условий;
- абсолютных или относительных отметок времени;
- и т. п.

Некоторые из этих характеристик необязательны. Данные могут представлять собой один элемент данных, например, телесигнализацию, последовательность элементов данных одного типа или комбинацию элементов данных различных типов.

Представление адреса

Обычно адрес данных (см. выше), относящийся к адресу передачи, отличается от местного адреса, используемого для доступа к структурированным базам данных. Поэтому он должен быть преобразован. Преобразование адреса может выполняться в системе связи или самим процессом пользователя.

В однородных системах телемеханики адрес передачи может быть идентичен местному адресу. Если преобразование значений величин данных выполняется просто преобразованием формата и кодированием, то адреса должны быть дополнительно преобразованы с изменением их содержания.

FG8 Контроль времени существования данных

Если сообщения слишком долго находятся в системе связи, могут иметь место два различных отрицательных последствия. Первое, относящееся к пользователю: информация, содержащаяся в сообщении, поступившем к пользователю, может оказаться устаревшей и, следовательно, бесполезной или, что еще хуже, иметь нежелательный или опасный эффект, если будет принята во внимание. Во-вторых: в системе связи такие сообщения могут способствовать переполнению сети. Поэтому необходим механизм для измерения времени, в течение которого сообщение находится в системе связи, и процедуры удаления (выбрасывания) сообщений, которые достигают места назначения позже заданного времени.

В системе стандартов ВОС единственный такой механизм имеется в настоящее время в межсетевом протоколе Internet (верхний подуровень сетевого уровня). Он основан на подсчете переприемов. Понятие времени существования сообщения может использоваться процессом пользователя и/или для разгрузки сети передачи.

1.2.4 *Специальные функциональные требования телемеханики*

Для удовлетворения нужд телемеханики требуется ряд особых функций связи. В настоящем пункте дано их перечисление и определены необходимые свойства. Некоторые из этих функций стандартные. Другие более или менее специфичны для телемеханики.

FS1 Группирование данных и управление (контроль)

Подсистема связи должна предусматривать средства для определения, согласования и управления группированием (абстрактный синтаксис) данных для передачи.

Возможны два основных класса:

- пространственное группирование — определение полностью определенного, адресуемого набора переменных процесса и/или системы для передачи как одного целого.

- временное группирование — запоминание сообщений за фиксированный период времени для передачи как одного целого. Текущие переменные, которые будут группироваться таким образом и передаваться в отдельные моменты времени, являются функцией хода протекания процесса и не определены заранее. Такая техника может увеличить эффективность использования средств передачи.

В обоих случаях текущее группирование данных для передачи в определенные моменты времени либо является функцией протекания процесса, либо определено предварительно.

Согласование абстрактного синтаксиса групп данных включает параметры передачи (время пуска/время останова, временной интервал для периодической передачи и т. п.), связанные с методом передачи, который может быть как FG1, FG2 (запись, спорадические данные), так и FG4, FG5 (запись, периодические данные) или FG6 (чтение, запрашиваемые данные). Группа может включать в себя любые данные, такие как данные процесса, массивы, списки, данные планирования, ретроспективные данные, текст оператора и т. п. Группы данных могут создаваться и уничтожаться дистанционно. Характеристики определенной группы данных могут считываться с удаленной оконечной системы.

Группы данных могут использоваться для чтения или записи набора переменных путем обращения к определенным и согласованным группам по имени. В этом случае определение группы должно быть передано только один раз перед передачей самой группы. Группирование данных может использоваться в широкой сфере пользовательских применений.

Основная область применения группирования данных — связь внутри энергокомпании между ПУ одного уровня (например, для периодического обновления базы данных реального времени) посредством доступа к базе данных соседнего объекта. Группирование данных часто используется для обновления данных на ПУ более высокого уровня сети управления посредством доступа к ПУ на нижележащих уровнях. Группирование данных может также использоваться между подстанциями и ПУ. Например, ПУ одного и того же уровня или разных уровней управления (передача энергии, распределение энергии) могут определять различные группы данных на одном КП.

Другая область применения группирования данных — загрузка параметров от ПУ к КП.

На ПУ подсистема связи или сам процесс пользователя предусматривает способы управления группами данных. Группа может быть согласованным или предопределенным набором данных из удаленной базы данных реального времени или из ретроспективной базы данных. В случае опроса для обновления данных в системе группа содержит все данные, имеющие статус «в обслуживании». Контроль группы проверяет, есть ли все данные в принимаемой группе и нет ли потерянных или ненужных элементов данных. Принимаемая группа должна быть идентична с «обслуживаемой» группой.

FS2 Электронная почта и система обработки сообщений

В некоторых оконечных системах телемеханики, особенно на ПУ и электростанциях, требуется связь по электронной почте между оператором, персоналом, производящим переключения, и эксплуатационным персоналом в самом общем виде. Примерами этого являются: электронная почта или суточная сводка произведенных операций; месячная сводка по энергии; графики пуска и останова агрегатов и т. п.

FS3 Передача файлов

Функция передачи файлов дает возможность процессам пользователя обращаться к распределенным удаленным файловым системам так же, как и к локальным, а именно — методом, известным как «виртуальная файловая система». Эта функция охватывает доступ, передачу и управление файлами. Система связи должна обеспечивать такие средства передачи файлов, чтобы процесс пользователя не знал об удаленной реальной файловой системе.

Примеры применения — загрузка баз данных и программ от ПУ к КП, запрос данных счетчиков энергии.

FS4 «Простая» передача файлов

Эта функция связи введена для того, чтобы исключить сложность передачи файлов в соответствии с FS3 для отдельных применений.

FS5 Надежная передача данных

При недостаточной достоверности данных, обеспечиваемой системой связи, вследствие потери сообщений, необнаруженных изменений и нарушений последовательности данных для специальных применений необходимо предусмотреть надежную передачу данных с повышенной достоверностью.

Для обеспечения этого рассматриваются следующие функции:

проверка до исполнения

Данные возвращаются при помощи ответчика. Инициатор сверяет идентичность возвратившихся данных с копией переданных и при их идентичности разрешает получателю обрабатывать полученные данные;

дополнительная проверка (защита) данных

Типичными данными с требованиями повышенной достоверности могут быть команды, критичные аварийные сигналы и т. п.

FS6 Циркулярные сообщения

Система связи должна обеспечивать механизм циркулярной передачи сообщений (генерируемых пользователем оконечной системы) для определенного набора оконечных систем. Таким образом, пользователь освобожден от необходимости выполнения этой функции. Вся информация, необходимая для реализации функции (маршрутные таблицы, общая адресация, формат и т. п.), включается в систему связи во время формирования базы данных.

Типовым примером может быть передача сообщения об изменении состояния, появляющегося на подстанции (КП), в направлении к нескольким различным ПУ, имеющим отношение к этой информации. Может быть предусмотрена также возможность передачи циркулярного сообщения по нисходящей.

FS7 Передача графических изображений

Графическое изображение позволяет представить состояние энергосистемы. Передача графических изображений может осуществляться передачей битовых массивов (буферов изображения) или графических примитивов и макрокоманд (макрос).

FS8 Справочные услуги

Справочные услуги необходимы, чтобы обеспечить полные пользовательские адреса и адреса сети в случае, если процессы пользователя используют имена для каждой адресуемой удаленной системы и пользовательского процесса.

FS9 Удаленный терминал и удаленные рабочие станции

Удаленным терминалам должна быть обеспечена возможность обращения к процессам пользователя посредством параметризованного интерфейса или виртуального аппаратного интерфейса.

Должна быть обеспечена возможность включения, кроме локальных рабочих станций с человеко-машинным интерфейсом, удаленных рабочих станций с использованием глобальной сети, вместо локальной, для обращения к процессу пользователя на ПУ.

FS10 Инициирование

Подсистема связи должна обеспечивать наличие средств для инициирования сеансов работы с удаленными оконечными системами после запуска и перезапуска. Сюда включают организацию и управление сеансом работы и автоматическое планирование передачи данных. Если сеансы работы с удаленной оконечной системой нарушаются или она неисправна, то процессы пользователя должны быть уведомлены об этом, чтобы отметить соответствующие данные как «необновленные».

FS11 Шифрование

FS12 Межсетевое взаимодействие и обращение к подсетям

Система связи должна обеспечивать наличие средств для:

- объединения оконечных систем, использующих протоколы стандартов ГОСТ Р МЭК 870-5 (ГОСТ Р МЭК 870-5-1 — ГОСТ Р МЭК 870-5-5);

- обращения (доступа) к различным подсетям, таким как PSTN, CSDN, PSDN и локальные сети;

- подсоединения оконечных систем, которые используют передачу данных в режиме с установлением соединения на одной стороне (глобальная сеть) и передачу данных в режиме без установления соединения на другой стороне (локальная сеть).

Локальная сеть рассматривается только в случаях, когда оконечные системы имеют доступ к глобальной сети через локальную сеть и устройство взаимодействия между локальной и глобальной сетями ограничено только 1-м — 3-м уровнями модели ВОС. Случай, когда устройство взаимодействия локальная сеть/глобальная сеть является промежуточной оконечной системой с уровнями ВОС от 1-го до 7-го локальной сети, не рассматривается.

Устройства взаимодействия локальная сеть/глобальная сеть часто имеют свои пользовательские процессы для предварительной обработки данных оконечных систем, присоединенных к ним.

1.2.5 *Функциональные требования связи для пользовательских функций*

Основные и специальные функциональные требования связи для пользовательских функций приведены в таблицах 3 и 4. Размещение пользовательских функций — в соответствии с таблицей 1.

1.3 Требования к эффективности связи

В настоящем пункте требования к эффективности связи определяются для состояния нормальной активности и состояний высокой и пиковой активности энергосистемы. Требования к эффективности для каждого типа данных включают:

Таблица 3 — Наличие основных функциональных требований связи для пользовательских функций

Основные функциональные требования связи	Реальное время	КП – ПУ	ПУ – ПУ	Прикладные функции, приведенные в таблицах 1 и 2
FG1 — спорадическая передача данных	+	+	+	По 1.1; 1.2; 1.3; 3.1; 4
FG2 — блочная спорадическая передача данных	+	+	+	Как для FG1
FG3 — циклическая передача данных	—	—	—	Не рекомендуются
FG4 — периодическая передача данных	+	+	+	По 1.1; 1.2; 1.3; 1.4
FG5 — спорадическая передача данных в периодических интервалах	+	+	+	Как для FG1
FG6 — запрос данных	+	+	+	По 1; 2; 3; 4
FG7 — представление и преобразование форматов данных	+	+	+	По 1; 2; 3
FG8 — контроль времени существования данных	+	+	+	По разделу 1 — измерения команды

Примечания

1 В таблице знак «+» означает наличие функциональных требований в данной функции, знак «—» — отсутствие таких требований.

2 При разработке функциональных профилей функциональные требования будут уточнены с помощью функциональной модели, описывающей окружающую среду телемеханики

Таблица 4 — Наличие специальных функциональных требований связи для пользовательских функций

Специальные функциональные требования связи	Реальное время	КП – ПУ	ПУ – ПУ	Прикладные функции, приведенные в таблицах 1 и 2
FS1 — контроль группирования данных	+	+	+	По 1; 3.3
FS2 — электронная почта и система обработки сообщений	—	+	+	По разделу 4
FS3 — передача файлов	—	+	+	По 1.4; 2; 3.2
FS4 — «простая» передача файлов	—	+	+	По 1.2; 1.4; 2; 3.2
FS5 — надежная передача данных	+	+	+	По 1.1; 1.2
FS6 — циркулярные сообщения	+	+	+	В стадии рассмотрения
FS7 — передача графических изображений	—	+	+	По 1.1; 1.2
FS8 — справочные услуги	—	—	+	По 1; 4
FS9 — удаленный терминал и удаленные рабочие станции	—	—	—	По разделу 1
FS10 — инициирование	—	+	+	По разделу 3
FS11 — шифрование	+	—	+	В стадии рассмотрения
FS12 — межсетевое взаимодействие и обращение к подсетям	+	+	+	Все функции

Примечания

1 В таблице знак «+» означает наличие функциональных требований в данной функции, знак «—» — их отсутствие.

2 При разработке функциональных профилей функциональные требования будут уточнены с помощью функциональной модели, описывающей окружающую среду телемеханики

- достоверность данных, что означает достаточную защиту от:
потерь данных,
дублирования передаваемых данных,
необнаруженных изменений данных,
нарушения последовательности данных;
- запаздывание передачи:
среднее запаздывание в состоянии нормальной активности,
максимальное запаздывание с доверительным уровнем при высокой и пиковой активности;
- время существования сообщения для команд и периодических пользовательских данных.

Для соблюдения допустимых пределов запаздывания передачи для каждого типа данных может быть установлен приоритетный уровень из определенного числа уровней.

Важнейшими параметрами проектирования являются максимальный поток данных (скорость, количество информационных объектов в единицу времени) и размер данных (количество байтов на объект информации), поступающих в сеть передачи во всех состояниях активности энергосистемы. Должны быть известны ожидаемые значения следующих величин:

- средней и пиковой частоты передачи данных при состоянии нормальной активности;
- потока данных опросов станций и системы и размеров данных при состоянии нормальной активности;
- наибольшей лавины данных на КП и ПУ при состояниях высокой и пиковой активности;
- распределения множественных лавин на КП и ПУ при состояниях высокой и пиковой активности.

Пропускную способность сети передачи рассчитывают в соответствии с ожидаемым максимальным потоком данных, чтобы получить требуемые характеристики при состояниях высокой и пиковой активности.

Поток данных зависит от типа инициирования передачи, который может быть:

- циклическим;
- периодическим;
- спорадическим*;
- по запросу пользователя.

Циклическая передача не рассматривается из-за большой нагрузки на сеть передачи и компьютеры на ПУ.

Нагрузка трафика e при периодической передаче определяется по формуле

$$e = 1 - I/P,$$

где I — свободное время внутри периода;
P — длительность периода.

Размер информационных объектов зависит от типа и структуры пользовательских данных и обычно составляет:

- данные процесса (аварийные сигналы, информация о состоянии, измеряемые величины и т. п.) — 10 байтов;
- набор параметров (например, параметры уставок цифровой аппаратуры защиты) — 10—100 байтов;
- результат команды опроса станции (все типы данных процесса, сгруппированные в блоки) — 100—2000 байтов;
- результат общей команды опроса (все типы данных процесса, сгруппированные в блоки) — 1—50 килобайт;
- файлы (программы, модели данных, послеаварийный анализ и т. п.) — 10—100 килобайт;
- экранная графика терминала — от 5 килобайт — до 2 мегабайт.

Для целей разработки системы и оценки характеристик определяют классы максимального запаздывания передачи, времени периода и достоверности, которые должны соблюдаться во всех активных состояниях. Запаздывание передачи в состоянии нормальной активности энергосистемы зависит от выбранного класса, сценария лавинного потока и модели исполнения по приложению А. Классы достоверности, приведенные в настоящем стандарте, по ГОСТ Р МЭК 870-4. Классы требований запаздывания передачи и времени периода определены настоящим стандартом.

---

* Применяют также другие методы, такие как спорадические в периодическом интервале и с периодическими опросами.

Для пояснения в приложении А приведены примеры сценариев лавинных потоков для всех состояний активности энергосистемы.

Определен расчетный лавинный поток данных (RDA), который может быть использован для разработки, оценки и сравнения характеристик системы (см. приложение А).

Рекомендуемая модель работы показывает поток данных для различных пользовательских функций по различным каналам, как указано в 1.3.3. Возможны также и другие модели.

Технические требования, представленные в настоящем стандарте, не зависимы от действительной реализации, конфигурации системы, метода передачи и определены насквозь от интерфейса процесса пользователя до прикладного уровня (уровень 7). Ниже время запаздывания передачи, время периода и достоверность данных обозначены как RT_{7-7}/MT_{7-7}; P_{7-7}; DI_{7-7} соответственно.

В будущем при использовании быстродействующих цифровых сетей передачи, расширении функциональных требований и распределенного интеллекта предполагается значительное развитие технических требований.

Из-за запросов ретроспективных данных и части баз данных, загрузки программ, баз данных и данных тестирования, распределенных ПУ и т. п. системы телемеханики передают большое количество данных. Эффективная одновременная передача коротких данных процесса с высоким приоритетом и большого количества данных по одной сети передачи вызывает конфликт. Большое количество данных требует для эффективной передачи длинные кадры и может сильно нагрузить сеть. В результате это вызовет неприемлемое запаздывание коротких высокоприоритетных данных процесса. Поэтому необходимо найти компромисс, основанный на анализе технических требований, либо использовать разные сети или каналы передачи (например, X.25 сети с коммутацией пакетов для коротких высокоприоритетных данных процесса и сети с коммутацией каналов для большого количества данных), либо использовать резервные емкости сверхбольших сетей в состоянии нормальной активности.

1.3.1 *Классы характеристик*

1.3.1.1 Максимальное время запаздывания передачи (T_{7-7}) — для классов RTX и MTX.

Данные процесса в реальном времени	Данные процесса не в реальном времени (большие объемы)
RT1: ≤ 0,5 с;	MT1: ≤ 1 мин;
RT2: ≤ 2 с;	MT2: ≤ 5 мин;
RT3: ≤ 4 с;	MT3: ≤ 15 мин;
RT4: ≤ 16 с;	MT4: по договоренности.
RT5: по договоренности.	

Классы RTX применяют для коротких срочных данных процесса, передаваемых спорадически или периодически, в то время как классы MTX используют для передачи массивов с большим количеством данных и с менее жесткими требованиями к времени передачи.

Типовые примеры использования этих классов приведены в таблице 5 — Основная рабочая модель и таблице 6 — Связи между ПУ.

1.3.1.2 Классы PX периода времени *P* для периодических сообщений.

P1: $P = 2$ с;
P2: $P = 4$ с;
P3: $P = 8$ с;
P4: $P = 1$ мин;
P5: $P = 15$ мин;
P6: $P = 1$ ч;
P7: P = по договоренности.

Время запаздывания должно быть меньше периода времени *P*. Рекомендуемые классы RTX для P1 и P2 — RT1 или RT2; для P3 — RT2 или RT3.

1.3.1.3 Классы достоверности данных DI (вероятность необнаруженных ошибок *R*) для сообщений в соответствии с ГОСТ Р МЭК 870-4

DI1: $R \le 10^{-6}$ — для $p \le 10^{-4}$;
DI2: $R \le 10^{-10}$ — для $p \le 10^{-4}$;
DI3: $R \le 10^{-14}$ — для $p \le 10^{-4}$,

где p — частота искажений бита для среды передачи.

1.3.2 *Состояние активности энергосистемы*

1.3.2.1 Нормальное состояние

В этом состоянии энергосистема не имеет повреждений и все ее действия нормальны.

Имеется непрерывный поток периодических или спорадических сообщений от подстанций или электростанций к ПУ.

Незначительное число команд на переключение и значения уставок передаются от ПУ для установления и поддержания работы станций или в случае перегрузки. Некоторые команды могут влиять на перетоки мощности и топологию, что вызывает изменение значений измеряемых величин и двухэлементной информации.

Периодически передаются значения уставок от ПУ на электростанции.

Наблюдаются редкие спорадические аварийные сигналы от электростанций.

1.3.2.2 Состояние высокой активности

В этих условиях в энергосистеме имеется одно или более повреждений. Состояние высокой активности связано с серьезными событиями, но без общих последствий для энергосистемы. Например:

- повреждение линии с ее отключением;
- повреждение трансформатора с его отключением;
- перегрузка линий и трансформаторов;
- повреждение системы шин с отключением всех подсоединенных линий;
- снежная буря или гроза с отключением отдельных линий;
- повреждение линии или оборудования вблизи электростанций;
- повреждение агрегата электростанции.

1.3.2.3 Состояние пиковой активности

Угрозу для надежной работы энергосистемы могут составить редкие, но опасные события с последующими неблагоприятными первичными или вторичными последствиями, результатом которых является общий или частичный перерыв в энергоснабжении.

За начальными событиями (см. 1.3.2.2) может последовать каскадное отключение линий, потеря крупнейшего генерирующего агрегата, лавины напряжений, режим перенапряжения, несинхронная работа генераторов или групп генераторов, небаланс между выработкой и потреблением, падение частоты, перегрузка линий передачи и трансформаторов.

При состоянии высокой активности и особенно при состоянии пиковой активности в направлении от КП к ПУ может возникнуть лавина данных, содержащая аварийные сигналы, измеряемые величины и информацию о состоянии с последующими командами на переключение и командами задания уставок, чтобы восстановить работу энергосистемы.

Команды на переключение или задание уставок бывают редкими и их нагрузкой для системы передачи можно пренебречь по сравнению с лавиной данных.

1.3.3 *Базовая рабочая модель*

Пример рабочей модели управления энергосистемой показывают таблицы 5 и 6. Для каждой прикладной функции и типа сообщения указаны частота передачи сообщений, режим инициирования, характеристика потока данных и рабочие характеристики (задержка и достоверность).

Позиции функций в этих таблицах и таблицах 1 и 2 одинаковы.

Время существования периодических данных должно быть менее 1-го периода. Время существования команд должно быть менее чем 6—14-кратное максимальное запаздывание внутри выбранного класса.

Таблица 5 — Основная рабочая модель

Функции	Поток данных между КП и ПУ							Тип сообщения	Частота передачи сообщений	Режим инициирования	Характеристика потока данных	Рабочие характеристики	
	SS—DCC	SS—RCC	SS—MCC	PS—RCC	PS—MCC	DCC—RCC	RCC—MCC					задержка	достоверность
1 УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМАМИ	→	→	→					Измерение	<100/п	Периодический	P1—P3	<<периода	≥I1
1.1 Управление работой сети:	→	→	→					Измерение	1—25/с	Спорадический	Пакетами	RT2 — RT3	≥I2
	→	→	→					Состояние	0—12/с	Спорадический	Редко	RT1 — RT2	≥I2
определение состояния и анализ	→	→	→					Аварийная сигнализация	0—20/с	Спорадический	Пакетами	RT1 — RT2	≥I2
	→	→	→					Аварийная сигнализация	0—20/с	Спорадический	Пакетами	RT2 — RT3	≥I2
	←	←	←					Команда	0—1/с	Спорадический	Редко	RT1	≥I2
						(→)	→	Измерение	<2000/с	Периодический	P4 — P6	<<периода	≥I2
						(→)	→	Состояние	0—10/с	Спорадический	—	RT1 — RT2	≥I2
						(→)	→	Аварийная сигнализация	0—300/с	Спорадический	Пакетами	RT2 — RT3	≥I2
							←	Уставка	<10/п	Периодический	P2 — P4	<<периода	≥I2
1.2 Контроль и управление генерацией				→	→			Измерение	<10/п	Периодический	P1 — P3	<<периода	≥I1
				←			←	Измерение	0—1/с	Периодический	P1 — P3	<<периода	≥I2
				→	→			Состояние	0—1/с	Спорадический	—	RT2 — RT3	≥I2
				←	←			Аварийная сигнализация	0—1/с	Спорадический	—	RT2 — RT3	≥I2
				←	←			Уставка	0—1/с	Периодический	P2— P5	<<периода	≥I2
1.3 Управление нагрузкой	Основывается на информации SCADA (см. выше) или на циркулярном управлении на тональных частотах												
1.4 Учет электроэнергии (телесчет)	→	→	→					Показания счетчика	<10/п	Периодический	P5 — P6	<<периода	≥I2
2 ПОСЛЕАВАРИЙНЫЙ АНАЛИЗ	→	→						Файлы	0—3/ч	По запросу	Непрерывно	MT2	≥I2
	→	→						Сообщения	0—3/ч	Спорадический	Редко	RT2 — RT3	≥I2
	←	←						Запрос	0—3/ч	Спорадический	Редко	RT2 — RT3	≥I2
3 ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ													
3.1 Контроль и управление	→	→	→					Все типы	0—10/с	Спорадический	Пакетами	RT2 — RT3	≥I2
3.2 Загрузка:													
- базы данных	←	←	←					Файлы	0—1/нед	Спорадический	Непрерывно	MT4	≥I2
- программ	←	←	←					Файлы	0—1/нед	Спорадический	Непрерывно	MT4	≥I2

Окончание таблицы 5

Функции	Поток данных между КП и ПУ							Тип сообщения	Частота передачи сообщений	Режим инициирования	Характеристика потока данных	Рабочие характеристики	
	SS—DCC	SS—RCC	SS—MCC	PS—RCC	PS—MCC	DCC—RCC	RCC—MCC					задержка	достоверность
- параметров: измерений, аварийных сигналов с отметкой времени и т. п.	←	←	←					Параметры	0—1/нед	Спорадический	Редко	RT2 — RT3	≥I2
3.3 Общий опрос	→	→	→	→	→			Все сообщения	0—1/день	По запросу	Непрерывно	MT4	≥I2

Обозначения: SS — подстанция;
PS — электростанция;
DCC — районный пункт управления;
RCC — региональный пункт управления;
MCC — главный (центральный) пункт управления;
п — период;
→ — вверх;
← — вниз;
(→) — редко используется.
Определение Tx, Mx и Px — по 1.3.1

Таблица 6 — Связи между ПУ

Функции	Поток данных между ПУ				Тип сообщения	Частота передачи сообщений	Режим инициирования	Характеристика потока данных	Рабочие характеристики	
	DCC — DCC	ACC — ACC	RCC — RCC	MCC — MCC					задержка	достоверность
1 УПРАВЛЕНИЕ										
1.1 Управление работой сети:		↔	↔	↔	Измерение		Периодический	P1 — P4	<<периода	≥I1
		↔	↔	↔	Измерение		По запросу	Редко	MT4	≥I2
		↔	↔	↔	Состояние		Спорадический	Редко	RT3 — RT4	≥I2
определение состояния и анализ		↔	↔	↔	Все типы		Периодический	P3 — P4	<<периода	≥I1
							По запросу	Часто	MT4	≥I2
1.2 Контроль и управление генерацией		↔	↔	↔	Измерение		Периодический	P1 — P3	<<периода	≥I1
		↔	↔	↔	Все типы		Периодический	P3 — P4	<<периода	≥I1
							По запросу	Часто	MT4	≥I2
1.3 Управление нагрузкой										
1.4 Учет электроэнергии (телесчет)				↔	Показания счетчика		Периодический	P5 — P6	<<периода	≥I2
2 ПОСЛЕАВАРИЙНЫЙ АНАЛИЗ										
3 ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ										
3.1 Контроль и управление		↔	↔	↔	Все типы	0—10/с	Спорадический	Пакетами	RT2 — RT3	≥I2
3.2 Загрузка										
- базы данных	→	→	→	→	Файлы	0—1/нед	Спорадический	Непрерывно	MT4	≥I2
- программ	→	→	→	→	Файлы	0—1/нед	Спорадический	Непрерывно	MT4	≥I2
- параметров:	→	→	→	→	Параметры	0—1/нед	Спорадический	Редко	RT2 — RT3	≥I2
измерений, аварийных сигналов с отметкой времени и т. п.										
3.3 Общий опрос		↔	↔	↔	Все сообщения	0—1/день	По запросу	Непрерывно	MT4	≥I2

Обозначения: ACC — областной пункт управления;
DCC — районный пункт управления;
RCC — региональный пункт управления;
MCC — главный (центральный) пункт управления;
п — период;
→ — вверх;
↔ — в обоих направлениях
Определение Tx, Mx и Px — по 1.3.1

2 ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ

Настоящий раздел описывает основные структуры, для которых должны быть разработаны функциональные профили. Структуры основаны на базовой модели ВОС. Они показаны в среде связи, к которой применимы данные функциональные профили.

Существуют два основных типа структур: Оконечная система и Реле. Тип определяется в зависимости от того, имеются или нет телемеханические применения. Оконечная система может быть как ПУ, так и КП.

2.1 Сети передачи с коммутацией пакетов

На рисунках 2—7 показаны базовые структуры, используемые в случае, когда основная сеть является сетью передачи данных с коммутацией пакетов (PSDN).

На всех рисунках буквы T, A, F относятся к классам функциональных профилей, описанных в разделе 3.

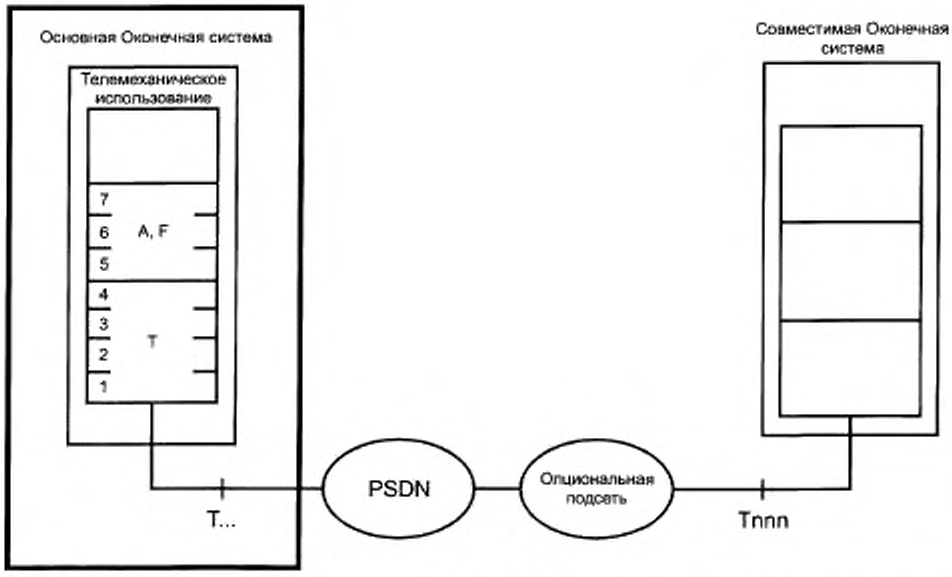

Рисунок 2 — Непрерывный доступ Оконечной системы (основной Оконечной системы) к сети передачи данных с коммутацией пакетов PSDN

На рисунке 2 показано постоянное соединение Оконечной системы с PSDN. Это является нормальным способом соединения с ПУ. На этом и других рисунках Tnnn обозначает любой Функциональный Профиль, который дает возможность Совместимой Оконечной системе связываться с Основной Оконечной системой.

На рисунке 3 показано соединение Оконечной системы с PSDN через коммутируемую сеть. Данный тип структуры может использоваться, если требуется доступ, допускающий прерывания.

На рисунке 4 показано основное Реле — R, действующее между двумя глобальными системами. Данная структура используется для внутреннего соединения двух подсетей с установлением соединения (CONS).

На рисунке 5 показаны две возможные Релейные структуры для внутреннего соединения глобальной сети (обычно CONS с установлением соединения). Это следующие структуры:

- Маршрутизатор, который осуществляет внутреннее соединение на уровне сети;
- Транспортное реле, осуществляющее внутреннее соединение на транспортном уровне.

Каждая структура имеет свои достоинства и недостатки.

На рисунке 6 показана основная структура для соединения устройств, использующих протоколы ГОСТ Р МЭК 870-5, с устройствами, использующими протоколы МЭК 870-6. Из-за их

различия необходима межсетевая связь (включая уровни 1—7). Так как этот тип функции часто встречается в районных и региональных ПУ, то телемеханическое использование тоже может присутствовать. Однако функциональные профили охватывают только **Реле**, что выделено жирными линиями на рисунке 6.

2.2 Сети передачи с коммутацией каналов

На рисунке 7 показано присоединение Оконечной системы к подсети с коммутацией цепей. Это может быть коммутируемая телефонная сеть общего пользования PSTN или сеть передачи данных с коммутацией каналов CSDN.

Показан также случай объединения, содержащий PSTN и CSDN для соединения двух Оконечных систем.

2.3 Структуры, основанные на ISDN

На рисунке 8 показаны различные пути, по которым Оконечная система может присоединяться к ISDN.

2.4 Структуры с некоммутируемыми каналами

На рисунке 9 показан случай, когда для подсоединения к Оконечной системе используется только сеть передачи данных с некоммутируемыми каналами.

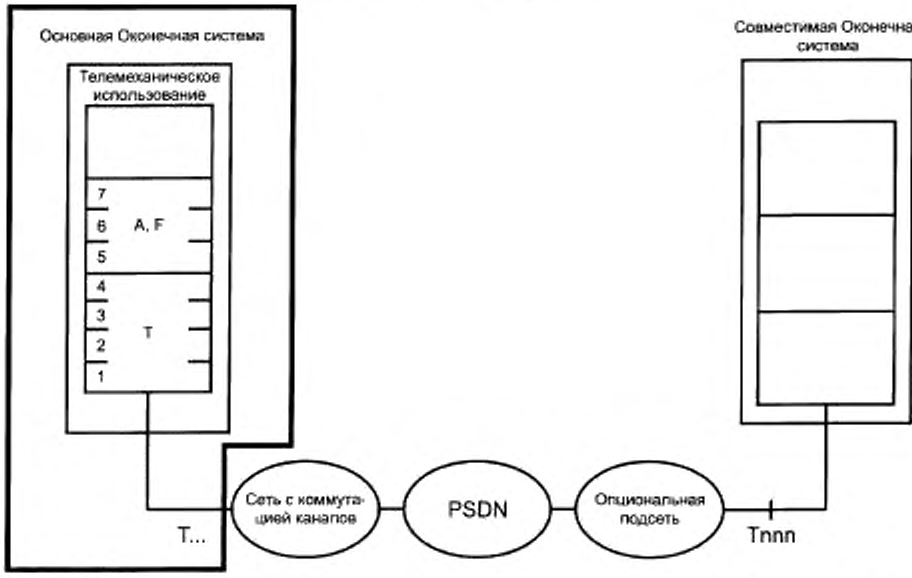

Рисунок 3 — Коммутируемый доступ Оконечной системы (основной Оконечной системы) к сети передачи данных с коммутацией пакетов PSDN

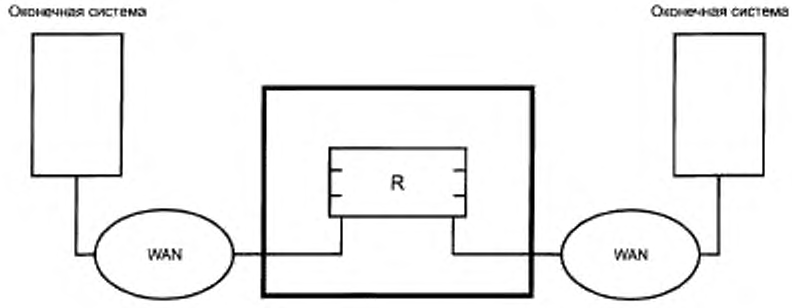

Рисунок 4 — Реле между двумя глобальными сетями WAN

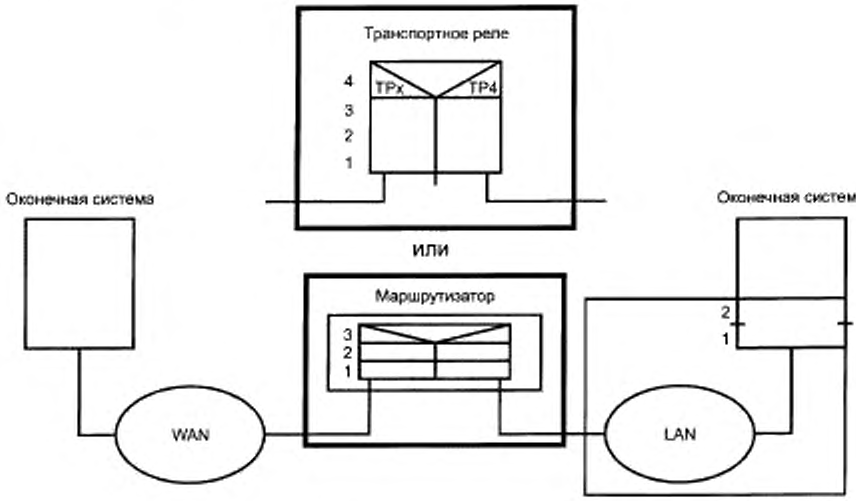

Рисунок 5 — Реле между глобальной WAN и локальной LAN сетями

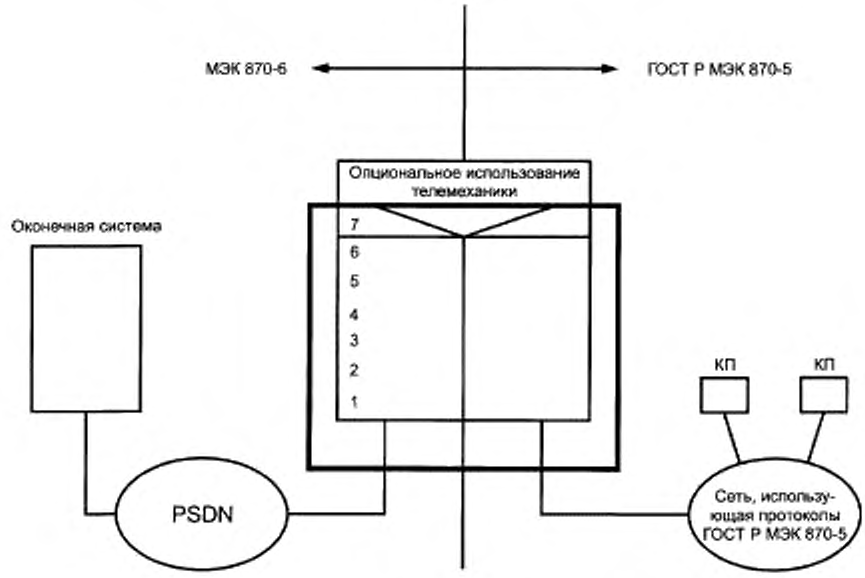

Рисунок 6 — Межсетевой интерфейс (шлюз) между протоколами ГОСТ Р МЭК 870-5 и МЭК 870-6

2.5 Локальные сети

На рисунке 10 показано соединение между локальными сетями при помощи «удаленных мостов».

Мост — это Реле, работающее на уровне канала данных модели ВОС. В случае удаленного моста два конца моста (каждый соединен с локальной сетью и обеспечивает функции Физического и Канального уровней) соединены с помощью средств передачи данных. Эти средства могут быть каналом пункт-пункт (аналоговым или цифровым).

Удаленный мост реализует между локальными сетями только соединение пункт-пункт; между

локальными сетями невозможен никакой другой путь. Маршрутизирующий мост, кроме работы пункт-пункт, может обеспечивать маршрутизацию кадров между локальными сетями. На рисунке 10 это означает, что маршрутизирующий мост, подсоединенный к локальной сети В, имеет возможность направить кадры, полученные от локальной сети А, к локальной сети С; такие кадры не будут передаваться к локальной сети В.

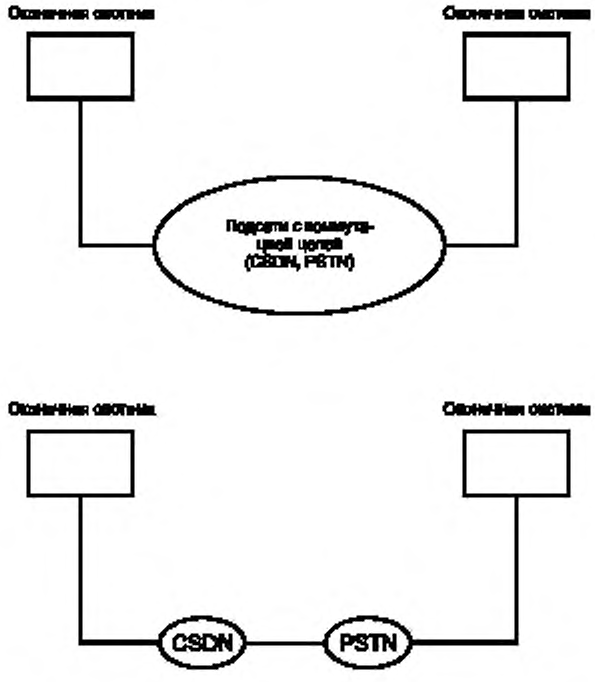

Рисунок 7 — Базовые структуры, основанные на коммутации цепей

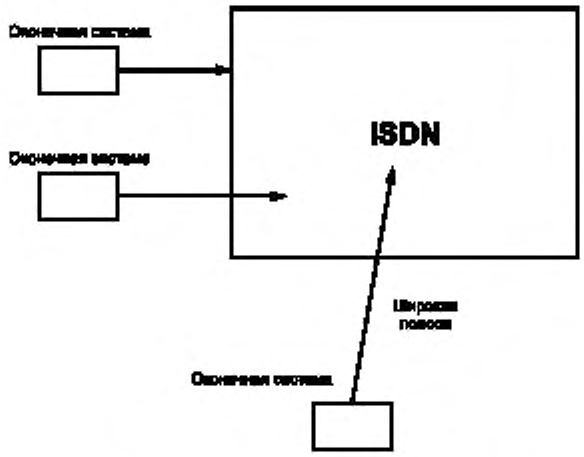

Рисунок 8 — Базовая структура, основанная на ISDN

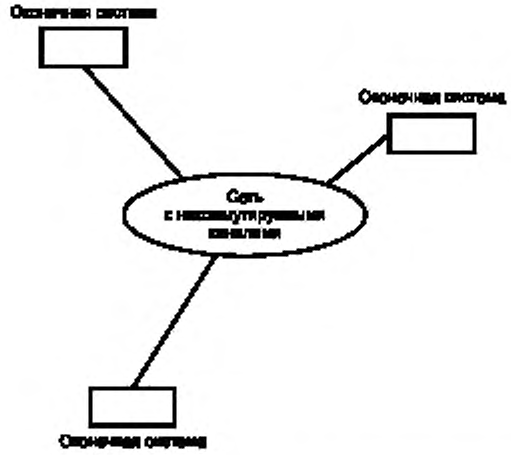

Рисунок 9 — Базовая структура, основанная на «некоммутируемых каналах»

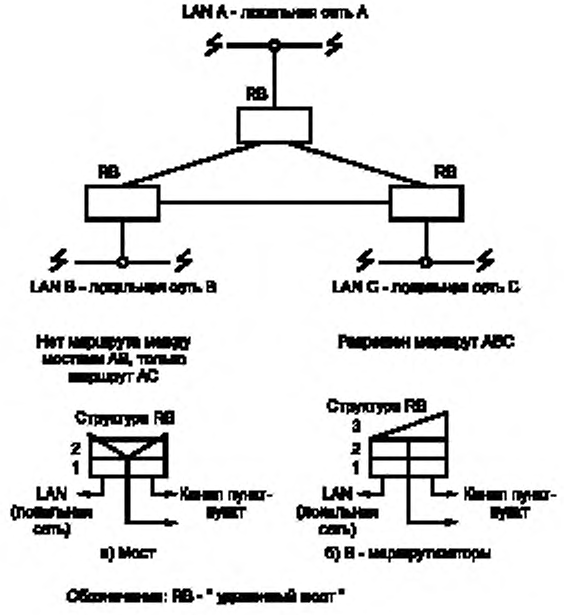

Рисунок 10 — Базовая структура с «удаленными мостами»

3 ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ (ФП)

Услуги и Протоколы, представленные в стандартах ИСО и ITU-T, применимы к базовой модели ВОС. Они обеспечивают гибкий набор альтернатив для использования в широком диапазоне применений. Однако отдельные области применения требуют специально приспособленных наборов и поднаборов таких базовых стандартов. Подход к определению этих специальных наборов и

поднаборов, используемый многочисленными организациями, разработчиками стандартов и пользователями — это подход Функциональных Профилей (ФП). ИСО и другие организации, разработчики стандартов, выпустили руководящие указания по разработке ФП.

Цель ФП дать рекомендации, когда и где определенные стандарты по информационным технологиям должны использоваться, чтобы удовлетворить определенные требования.

Эти рекомендации должны быть даны в следующей форме: «Если Вы хотите выполнить функцию X, используйте стандарты A, B, C, как здесь». ФП не изменяет стандарты, к которым он относится, но делает более явными взаимоотношения между ними при совместном использовании для определенной области деятельности.

По определению ФП состоит из одного или более базовых стандартов вместе с выбранными классами, поднаборами, опциями и параметрами, объединенными в случае необходимости выполнения определенных функций. Кроме того, могут быть определенные области, в которых необходимы новые стандарты или дополнения к существующим стандартам, т. к. нет подходящего стандарта.

Область применения ФП — это система связи (с любыми Реле внутри нее) для Оконечной системы, включая средства телемеханики. Таким образом ФП должен описывать и другие системы и подсети, с которыми описываемая система ВОС может работать совместно.

Поскольку целью ФП является обеспечение совместной работы Оконечных систем для выполнения определенных функций, большое значение имеет понятие испытания на совместимость. Требования совместимости могут быть более специальными и ограниченными в части области применения, чем в базовых стандартах, включенных в ФП. Совместимость наборов базовых стандартов необходимое, но не всегда достаточное, условие совместимости ФП.

3.1 Классификационная схема

Приведенная ниже систематизация (таксономия) ИСО предусматривает механизм классификации внутри полностью определенной организационной структуры. Она также определяет отношения между ФП. Результирующие классы и подклассы соответствуют реальным функциональным элементам, которые известны пользователям и поставщикам.

Классы ФП

Классификационная схема разработана, чтобы:

- во-первых, отделить представление информации от протоколов связи;

- во-вторых, внутри протоколов связи отделить протоколы, относящиеся к пользователю, от подсетевых типов протоколов.

В результате должны быть определены следующие классы:

- Информационная структура:

F — Формат обмена и Профили Представления;

F-профили определяют структуру и/или содержание информации, передаваемой между A-профилями; F-профили не включают механизмы передачи информации. Это является исключительной задачей Пользовательского и Транспортного профилей внутри Оконечных систем.

- Структура пользователя:

A — Пользовательские Профили, требующие Транспортных Услуг в режиме с установлением соединения;

B — Пользовательские Профили, требующие Транспортных Услуг в режиме без установления соединения.

Профили A и B определяют выбор и способ использования стандартов для 5-го и 7-го уровней ВОС, чтобы обеспечить среду, требуемую для организации передачи информации (файлы, сообщения, виртуальный терминал и т. п.). Они не зависят от типа подсети, к которой подключена Оконечная система.

- Транспорт:

T — Транспортный Профиль, обеспечивающий связь транспортных услуг в режиме с установлением соединения;

U — Транспортный Профиль, обеспечивающий связь транспортных услуг в режиме без установления соединения.

Профили T и U определяют выбор и способ использования стандартов 1-го — 4-го уровней ВОС для того, чтобы предусмотреть услуги транспортного уровня для профиля пользователя. Они зависят от типа подсети, к которой подключена Оконечная система.

- Реле связи:

R — Релейные Профили.

Релейные профили связаны с выбором и использованием стандартов в системе, которая объединяет подсети (промежуточная система). Она включает 1-й — 2-й; 1-й — 3-й или 1-й — 4-й уровни ВОС, в зависимости от того, где выполняются релейные функции (уровни 2,3 или 4 соответственно). R-профиль обеспечивает функционирование, позволяющее Транспортному профилю Оконечных систем работать совместно.

Допускается использование других классов.

Понятие группа, применяемое специально к профилям T и U, означает набор ФП, совместимых в том смысле, что группы, применяющие один элемент, могут работать совместно с системой, применяющей другие элементы этой же группы.

Общая Оконечная система будет потенциально включать использование ФП из любого класса — Информационных структур, Пользовательского или Транспортного. Соотношения между ФП и границы между ними показаны на рисунке 11. A-профили и T-профили должны использоваться вместе так, как B-профили и U-профили.

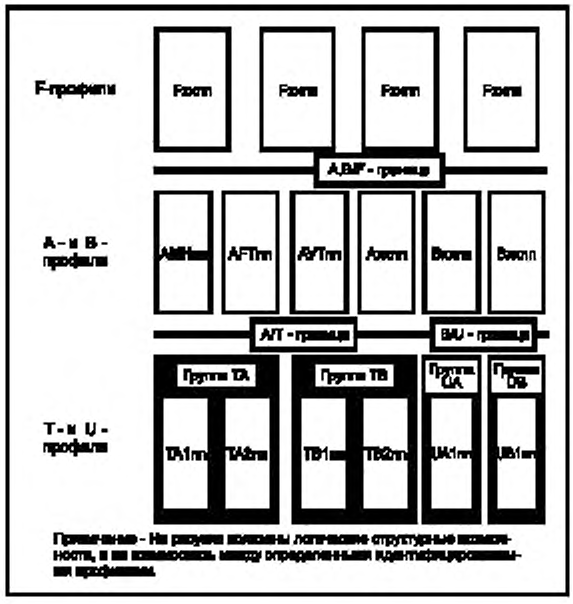

Рисунок 11 — Примеры соотношений между функциональными профилями в систематике ВОС

Сочетание F-профилей с профилями Пользовательского класса (A или B) удовлетворяет требования пользователей. Выбор может быть ограничен условиями базовых стандартов Пользовательского уровня.

3.2 Перечень Функциональных Профилей

В настоящем пункте перечислены ФП, которые должны быть разработаны и включены в следующие разделы стандартов МЭК 870-6.

Их рассматривают как стандарты, необходимые для обеспечения функций связи и представления данных, существенных для реализации функций прикладной сферы. Необходимо подчеркнуть, что перечень не полон и развитие технологий связи может вызвать сейчас или в будущем необходимость добавления ФП.

Эта возможность обеспечивается для всей структуры МЭК 870-6, которая позволяет в дальнейшем добавлять ФП. Таким образом, хотя на момент введения в действие настоящего стандарта перечень рассматривается как полный, он не является ограничивающим.

Контексты систем связи, для которых применяются ФП, описаны в разделе 2 настоящего стандарта.

Остальная часть этого раздела описывает отдельные ФП, которые должны быть разработаны.

Специальные профили в разных классах разработаны для удовлетворения требований, присущих самим классам. Предполагается также определить комбинации профилей различных классов, которые будут использоваться как общие рабочие «наборы протоколов» для реализации заданных пользовательских функций.

3.2.1 *Формат обмена и профили Представления*

ФП, которые должны быть разработаны:

- Формат телемеханических данных;
- Формат обмена графическими изображениями (формат обмена метафайлами компьютерной графики).

3.2.2 *Пользовательские Профили*

Для удовлетворения требований связи выбраны профили, которые будут разработаны для:

- функций SCADA и управления сетью (PAS):

в эти функции включены:

передача коротких сообщений, имеющих различную степень важности,

передача сообщений с высокой надежностью (например, команд),

передача «простых» файлов (загрузка табличных параметров, поиск архива, обрабатываемые данные и т. п.),

средства группирования данных;

- передачи сообщений для оператора,
- передачи больших «сложных» файлов, доступа к удаленным файлам,
- передачи графических изображений, связанных с телемеханикой.

Для перечисленных нужд связи должны быть разработаны следующие ФП:

- ФП для передачи сообщений энергосистем;
- ФП для применения виртуального терминала;
- ФП для применения MHS;
- ФП для применения FTAM;
- ФП для передачи графических изображений, связанных с телемеханикой.

Следующие классы профилей также определены или изучаются:

- Директория;
- Обработка сообщений;
- Доступ к удаленной базе данных;
- Управление ВОС.

3.2.3 *Транспортные Профили*

Разрабатываемые ФП служат для реализации транспортных услуг в режиме с установлением соединения COTS в следующих условиях:

- сети с коммутацией пакетов (в соответствии со структурой по 2.1);
- цифровые каналы данных (в соответствии со структурой по 2.2);
- аналоговые телефонные каналы (в соответствии со структурой по 2.2);
- цифровые сети с интегрированным сервисом ISDN (в соответствии со структурой по 2.3);
- некоммутируемые каналы (в соответствии со структурой по 2.4);
- локальные сети — исчерпывающая работа по локальным сетям, которая должна бы включать все аспекты их применения на ПУ и КП, выходит за рамки области применения стандартов МЭК 870-6. В частности, связь между двумя Оконечными системами в пределах одного пункта (при помощи локальной сети, полевой шины, параллельного интерфейса или других средств) является местной в отличие от телемеханической связи. Однако к локальным сетям относятся вопросы, касающиеся передачи протокола блока данных (PDU), принятой в Оконечных системах, через глобальные сети, соединенные с локальными сетями.

3.2.4 *Релейные Профили*

ФП, которые должны быть разработаны, относятся к:

- Постоянному доступу к двум PSDN: глобальная сеть — глобальная сеть;
- Транспортным реле между X.25 и локальной сетью: глобальная сеть — локальная сеть;
- Маршрутизатору типа B: локальная сеть — локальная сеть;

3.3 Процедура описания ФП

Стандарты, входящие в МЭК 870-6, имеют форму серий ФП, которые являются объектом отдельных стандартов как индивидуально, так и в составе логически связанных групп. ФП, которые должны быть созданы, перечислены в 3.2. Целью настоящего пункта является определение метода описания отдельных ФП.

Определение ФП обычно состоит из следующих элементов:

Наименование: Наименование четко и однозначно должно показывать содержание ФП, чтобы отличить его от других ФП и базовых стандартов.

Функция: Функция, выполняемая ФП, должна быть описана так, чтобы были охвачены все аспекты и точно определены границы применимости.

Сценарий: сценарий иллюстрирует в упрощенной графической форме среду ВОС, в которой применим ФП. В него включают другие системы и подсети, с которыми основная система может взаимодействовать.

Базовые Стандарты: перечисляют с точными ссылками все базовые стандарты и другие связанные с ними документы, которые могут относиться к делу. Статус каждого документа является необходимой частью ссылки.

Выбор реализации: для каждого стандарта, на который дана ссылка, выбирают классы, поднаборы, опции и пределы параметров для их использования в ФП. Выбор либо обязательный, либо рекомендательный для гарантии взаимодействия реализации функций ФП или гарантии определенного уровня качества работы.

Требование совместимости: в концепцию ФП включают понятия статической и динамической совместимости и заявление о соответствии протоколов применения (PICS).

ФП включает описание содержания PICS, которое должно быть представлено для требуемой совместимости применения. Также должны быть представлены все остальные разрешенные опции из базовых стандартов.

Требования статической и динамической совместимости устанавливают в заявлении о соответствии применения ISP, использующем проформы PICS в упомянутых базовых стандартах.

Требования статической совместимости определяют минимальный набор возможностей при применении, что облегчает взаимодействие.

Это может быть, например:

- группирование функциональных элементов и опций в классы протоколов;
- определение диапазонов значений величин, которые должны выдерживаться для определенных параметров или временных соотношений.

Требования динамической совместимости устанавливают, какие из обозримых процессов допускаются соответствующими стандартами для формирования основ каждого стандарта по протоколу ВОС, и определяют максимальные возможности, которые могут иметь согласованные применения.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

ПРИМЕРЫ СЦЕНАРИЕВ ЛАВИННЫХ ПРОЦЕССОВ — РАСЧЕТНЫЙ ЛАВИННЫЙ ПОТОК ДАННЫХ

В условиях повреждения энергосистем (аварийных режимах) очень трудно установить технические требования, т. к. они зависят от уровня напряжения, размера и структуры сети, а также от ситуации в районе. Кроме того, аварийные режимы всегда разные. Несмотря на эти трудности ниже приведены некоторые примеры типовых сценариев лавинных процессов.

Сценарий лавинного процесса 1 в состоянии высокой активности

После короткого замыкания в системе шин подстанции 380 кВ с шестнадцатью подсоединенными линиями и отказа системы защиты шин выключатели на 16 станциях на дальних концах линий переключатся три раза (выключатся—включатся—выключатся) из-за неуспешного автоматического повторного включения.

КП на аварийной (поврежденной) подстанции

- Данные, выработанные в пределах 1,5 секунд:
  - 20 одноэлементных информаций (телесигналов) с высоким приоритетом;
  - 40 одноэлементных информаций (телесигналов) с низким приоритетом;
  - 64 низкоприоритетных информаций (сообщений) от аппаратуры защиты с отметкой времени;
  - 32 низкоприоритетных файла со значениями измеряемых величин по 10 килобайт каждый для последующего анализа;
  - 100 значений измеряемых величин.
- Данные, передаваемые в пределах 2 секунд:
  - 20 одноэлементных информаций (класс характеристик RT2).
- Данные, передаваемые в пределах 4 секунд:
  - 100 значений измеряемых величин (класс характеристик P2/RT2).
- Данные, передаваемые в пределах 16 секунд:
  - 40 одноэлементных информаций [класс характеристик (RT3)].
- Данные, передаваемые по запросу через 5 минут:
  - 64 сообщения от аппаратуры защиты с отметкой времени (класс характеристик MT4).
- Данные, передаваемые по запросу через 1 час:
  - 32 файла со значениями измеряемых величин по 10 килобайт каждый в сумме до 320 килобайт (класс характеристик MT4).

КП на удаленных концах:

- Данные, выработанные в пределах 1,5 секунд:
  - 3 двухэлементные информации с высоким приоритетом;
  - 2 одноэлементные информации с высоким приоритетом;
  - 4 одноэлементные информации с низким приоритетом;
  - 6 низкоприоритетных информаций от аппаратуры защиты с отметкой времени;
  - 1 низкоприоритетный файл со значениями измеряемых величин по 10 килобайт;
  - 100 значений измеряемых величин.
- Данные, передаваемые спорадически в пределах 2 секунд:
  - 3 двухэлементные информации (класс характеристик RT2);
  - 2 одноэлементные информации (класс характеристик RT2).
- Данные, передаваемые периодически в пределах 4 секунд:
  - 100 значений измеряемых величин (класс характеристик P2/T2).
- Данные, передаваемые спорадически в пределах 16 секунд:
  - 4 одноэлементные информации (класс характеристик RT3).
- Данные, передаваемые по запросу через 5 минут:
  - 6 информаций от аппаратуры защиты с отметкой времени (класс характеристик MT4).
- Данные, передаваемые по запросу через 1 час:
  - 1 файл со значениями измеряемых величин по 10 килобайт (класс характеристик MT4).

Другие КП

- Данные, передаваемые периодически в пределах 4 секунд:
  - 100 значений измеряемых величин (класс характеристик P2).
- Поток данных, связанный с восстановлением сети, сюда не включен и им можно пренебречь.

Сценарий лавинного процесса 2 в состоянии пиковой активности

Снежная буря вызывает состояние пиковой активности, касающееся всех уровней напряжения энергосистемы от 110 до 380 кВ в течение 6 часов.

Общий лавинный поток данных — приведено суммарное количество спорадических сообщений с 40 станций, поступающих на центральный ПУ (районный и региональный ПУ отсутствуют) каждую четверть часа (1—24 раза) в течение 6 часов:

1.	250	7.	600	13.	700	19.	50
2.	0	8.	1050	14.	200	20.	100
3.	0	9.	700	15.	100	21.	100
4.	100	10.	1000	16.	300	22.	250
5.	1000	11.	1750	17.	0	23.	50
6.	550	12.	700	18.	100	24.	0

Сообщения включают информацию о состоянии, аварийные сигналы и аварийные сигналы с отметкой времени от аппаратуры защиты. 20 % этих сообщений передают в соответствии с классом характеристик RT3, остальные с классом характеристик RT4. Кроме того, с каждой станции спорадически передают значения измеряемых величин со средней частотой 15 раз в секунду или периодически (класс P2). Команды на переключение и значения уставок выдают с частотой от 1 до 10 в минуту. 20 файлов со значениями измеряемых величин по 10 килобайт каждый для послеаварийного анализа запрашивают от цифровой аппаратуры защиты с частотой от 0 до 10 раз в час во время аварий и 80 файлов со значениями измеряемых величин — после аварии.

Сценарий лавинного процесса — это упрощенная версия реальной аварии.

Сценарий лавинного процесса 3 в состоянии пиковой активности

Отключение нескольких генераторов приводит к потере 60 % общей генерации автономной энергосистемы, что вызывает отключение 50 % нагрузки из-за работы защиты от понижения частоты. Остающиеся в работе генераторы принимают на себя дополнительную нагрузку, но дефицит системного сальдо в 5 % не может быть компенсирован и частота падает до 48 Гц, вызывая отключение новых генераторов. При этом разваливается вся энергосистема, т. к. отключаются остальные генераторы из-за работы защиты от понижения частоты.

База данных системы включает 10000 аварийных сигналов и информаций о состоянии и 2500 значений измеряемых величин.

Общий лавинный поток данных, куда входит множество спорадических аварийных сигналов с 40 станций, передаваемых на центральный ПУ (районный и региональный ПУ отсутствуют), составляет каждую минуту за период 10 минут:

1.	850	6.	60
2.	220	7.	40
3.	120	8.	90
4.	120	9.	30
5.	90	10.	10

За эти 10 минут около 17 % всех аварийных сигналов и информаций о состоянии изменяется.

В нормальном состоянии значения измеряемых величин передают спорадически с частотой 3 % в секунду. Во время аварии эта частота возрастает в 5 раз (до 375 значений измеряемых величин в секунду для всей системы).

Расчетный лавинный поток данных

Очень важно, чтобы система телемеханики была способна справиться со всеми лавинами данных в состоянии высокой и пиковой активностей с приемлемой задержкой передачи и без потери данных. Расчетный лавинный поток данных (RDA), который определен ниже, может быть использован для оценки и сравнения характеристик системы. RDA основан на опыте реальных аварий и включает следующие характеристики:

- все данные передаются спорадически;
- в состоянии нормальной активности от 1 % до 10 % значений измеряемых величин изменяются и передаются раз в секунду, в то время как передачей контрольной информации (состояния, аварийные сигналы) и передачей команд можно пренебречь. Для RDA принимается поток значений измеряемых величин, равный 3 % в секунду;
- в начале состояния пиковой активности поток значений измеряемых величин в 5 раз выше, чем при состоянии нормальной активности;
- в состоянии пиковой активности изменяется 30 % всей информации о состоянии и аварийных сигналов;
- приблизительно 50 % информации об изменении состояния и аварийных сигналов происходит в первые 2 мин аварии в энергосистеме;
- RDA описывают пиковым потоком данных в самом начале аварии. Этот поток затухает по экспоненте с постоянной времени 3 минуты.

С этими предположениями формула для RDA, обозначенного как A_s, следующая:

$$A_s = a \cdot e^{-t/\tau},$$

где a = (12 % всех значений измеряемых величин плюс 0,17 % всей информации о состоянии и аварийных сигналах базы данных системы) в секунду;

$\tau = 3$ мин;

$0 \le t \le 10$ мин.

При упрощенном предположении, что база данных включает $^1/_6$ значений измеряемых величин и $^5/_6$ информации о состоянии и аварийных сигналах, RDA определяется как:

$$A_k = a \cdot e^{-t/\tau},$$

где a = 2,14 % всех объектов базы данных системы в секунду;
τ = 3 мин;
$0 \le t \le 10$ мин.

На рисунке А.1 показано графическое представление RDA.

Поскольку в состоянии нормальной активности имеется постоянный спорадический поток данных в виде значений измеряемых величин, то полный поток данных A — это наложение нормального потока на RDA:

$A=A_k+0,5$ % объектов всей базы данных системы в секунду.

RDA для каждой станции определяется как a=2,14 % всех объектов базы данных станции в секунду.

При реальной аварии каждая станция производит различную лавину данных, которая может составлять от 0 до 200 % средней лавины.

Более сложные RDA могут создаваться наложением RDA с различными количественными и временными характеристиками.

Расчетные RDA не всегда совпадают с реальными данными лавин, но имеют все их важные характеристики. Таким образом, RDA можно пользоваться для оценки и сравнения характеристик реальных систем.

Возможны и другие модели RDA.

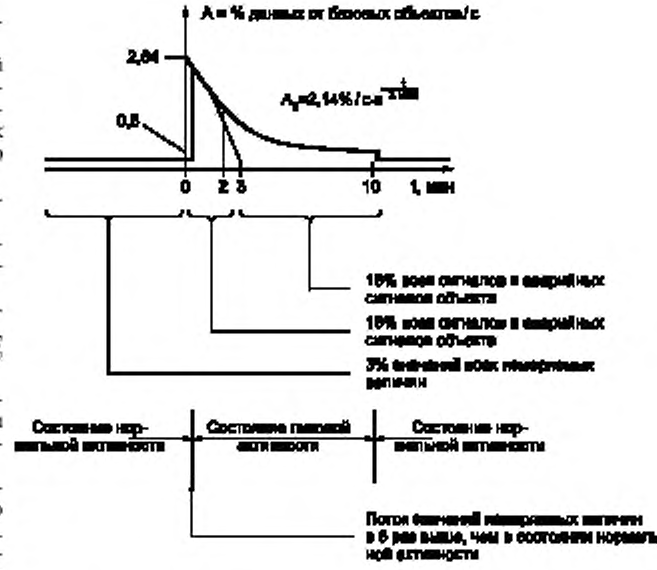

Рисунок А.1 — Определение расчетного потока данных

Файлы с данными для послеаварийного анализа запоминаются на станциях и обычно запрашиваются после аварии. Следовательно, данные файлов не включаются в RDA. Это же утверждение справедливо для предварительной загрузки программ, параметров и баз данных ЭВМ станций.

УДК 621.398:006.354 ОКС 33.200 П77 ОКП 42 3200

Ключевые слова: устройства телемеханики, протоколы телемеханики, функциональные профили, функциональные требования, сети передачи данных, системные уровни

Редактор *Т.С. Шеко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Н.Л. Шнайдер*
Компьютерная верстка *С.В. Рябовой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 07.04.98. Подписано в печать 27.05.98. Усл.печ.л. 4,18. Уч.-изд.л. 3,65.
Тираж 232 экз. С/Д 4791. Зак. 269.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", Москва, Лялин пер., 6
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru