



## Основные положения базовых стандартов ГОСТ Р МЭК на устройства и системы телемеханики

Александр Вулис, Виктор Сумительнов

Приведены основные положения серии базовых стандартов на устройства и системы телемеханики, которые разработаны МЭК и введены в нашей стране для того, чтобы российские разработки в этой области соответствовали международным требованиям и имели перспективу унификации технических решений.

### Часть 1

Телемеханика вместе с такими научно-техническими отраслями, как связь и автоматика, определяет принципы построения автоматизированных и автоматических систем управления пространственно распределёнными технологическими процессами. Международный электротехнический словарь [1] определяет: «Телемеханика — контроль и управление оперативными объектами на расстоянии посредством преобразования управляющих воздействий и контролируемых параметров в сигналы, передаваемые по каналам связи».

Разработка устройств телемеханики советских времен нормируется ГОСТ 26.205-88 «Комплексы и устройства телемеханики. Общие технические условия». Но в 90-х годах в стране дополнительно была введена серия стандартов ГОСТ Р МЭК 870 на устройства и системы телемеханики, которая разработана Техническим комитетом 57 Международной электротехнической комиссии (МЭК). Эта серия включает в себя базовые стандарты и обобщающие стандарты, выполненные на основе базовых. МЭК продолжает разработку стандартов, и предполагается, что по мере их выпуска они будут переводиться на русский язык и вводиться в действие в нашей стране с той целью, чтобы отечественные разработки устройств и систем телемеханики отвечали международным требованиям.

Целью данной статьи является рассмотрение основных положений базовых стандартов ГОСТ Р МЭК 870 (60870) с позиции формирования общих требований для разработки согласованных решений, которые в перспективе должны привести к созданию телеинформационных систем проектным путём на базе продукции различных изготовителей. Статья подготовлена в качестве «путеводителя» по содержанию базовых стандартов, общий объём которых превышает 250 страниц и по этой причине затруднителен для изучения в условиях производственной текучки.

Базовые стандарты

### Базовые стандарты

Областью распространения базовых стандартов являются вновь разрабатываемые устройства телемеханики (УТМ) и системы телемеханики (СТМ) с передачей информации кодированной последовательностью битов для контроля и управления территориально-распределёнными процессами. Стандарты описывают возможные конфигурации СТМ, определяют функциональные требования, логические характеристики, интерфейсы устройств и правила, по которым УТМ должны взаимодействовать друг с другом, а СТМ должна взаимодействовать с автоматизируемым объектом и с лицами, принимающими управленческие решения. При этом базовыми стандартами не устанавливаются ни внутренние физические характеристики, ни конструктивные решения, ни используемые материалы (комплектация) УТМ. Вне области их применения на-

ходятся системы циркулярного управления, характеристики каналов связи и систем местных шин связи устройств ввода-вывода, функции местной автоматики, даже если они являются частью функций СТМ.

Рассматриваемые стандарты разрабатывались для телемеханизации систем электроснабжения, но поскольку основные аспекты управления территориально-распределёнными технологическими процессами, такими как производство, передача и распределение различных видов продукции (вода, нефть, газ, электроэнергия), оказываются весьма схожими, то нет никаких ограничений их общепромышленного распространения.

Перечень базовых стандартов семейства ГОСТ Р МЭК 870 (60870) представлен в табл. 1, в соответствии с которой в статье осуществляется изложение обзорного материала.

### Основные положения

Каждая СТМ характеризуется *структурой*, под которой понимается иерархический порядок её основных элементов, и *конфигурацией*, под которой понимается расположение телемеханических контролируемых и контролируемых станций (пунктов) и организация связи между ними.

Основные элементы СТМ — это аппаратные и поддерживающие их работу программные средства, выполняющие функции сбора, передачи, обработки и отображения информации о состоянии

Таблица 1

Перечень базовых стандартов семейства ГОСТ Р МЭК 870 (60870)

Часть	Раздел. Содержание стандарта
1. Основные положения	<b>1. Общие принципы</b> [2] Дан обзор функциональных элементов, которые образуют структуру СТМ. Приведено описание типовых конфигураций, а также основных функций телемеханики.
	<b>2. Руководство по разработке технических требований</b> [3] Приведены руководящие указания по проектированию, установлены спецификации для УТМ и СТМ, согласовывающие индивидуальные требования пользователя.
	<b>4. Основные аспекты передачи телемеханических данных и руководство по использованию стандартов МЭК 870-5 и МЭК 870-6</b> [4] Описана семиуровневая модель взаимодействия открытых систем ИСО и трёхуровневая модель повышенной производительности (ЕРА).
2. Условия эксплуатации	<b>1. Источники питания и электромагнитная совместимость</b> [5] Установлены требования к источникам питания и электромагнитной совместимости.
	<b>2. Условия окружающей среды</b> [6] Определены условия окружающей среды, которым должны соответствовать УТМ. Установлены классы для различных условий эксплуатации.
3. Интерфейсы	Установлены требования к <b>электрическим характеристикам</b> интерфейсов, связывающих различные устройства, необходимые для создания СТМ [7].
4. Технические требования	Установлены характеристики, которыми должны обладать УТМ и СТМ, чтобы они могли непрерывно, точно и надёжно выполнять возложенные на них функции, обладать гибкостью и способностью адаптации к будущим запросам пользователей [8].
5. Протоколы передачи	<b>Разделы 1-5</b> [9, 10, 11, 12, 13] Описываются функциональные характеристики передачи данных, обеспечивающие работу СТМ по линиям или сетям связи, требования к достоверности передачи информации, а также методы передачи информации и используемые при этом форматы данных и процедуры обмена, удовлетворяющие этим требованиям.

обслуживаемого технологического процесса. Состав структурных элементов показан на рис. 1 [2] на примере простейшей СТМ с конфигурацией типа «точка-точка»: аппаратура связи с процессом, выполняющая функции ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов измерения, сигнализации, управления и регулирования; УТМ контролируемого пункта (КП); аппаратура передачи данных (АПД) со стороны контролируемого и контролирующего пунктов; УТМ контролирующего пункта (далее — пункта управления, ПУ); аппаратура автоматизированных

рабочих мест (АРМ) лиц, принимающих управленческие решения (операторов/диспетчеров), решающая задачи обработки и архивирования данных и организации человеко-машинного интерфейса (HMI/SCADA). В структуре СТМ «в широком смысле» выделены канал данных и СТМ «в узком смысле». Структурное выделение канала данных предполагает, что среда передачи сигнала выбирается из ряда альтернатив: она может быть выделенной, арендуемой или общего пользования. СТМ в узком смысле — это уровень создания телемеханической сети, которая в

ГОСТ 26.005-82 «Телемеханика. Термины и определения» определяется как совокупность устройств телемеханики и объединяющих их каналов связи.

Для передачи информации в канале данных определены три типа трафика: симплексный (передачи производятся только в одном направлении — от КП к ПУ); полудуплексный (передачи от КП к ПУ и от ПУ к КП осуществляются поочередно); дуплексный (передачи по каждому направлению осуществляются по независимым каналам связи).

Возможные варианты конфигураций каналов данных в стандарте [2] определены табл. 2.

Взаимодействие оборудования ПУ и КП инициируется в СТМ одной из перечисляемых далее процедур запуска передачи телемеханических сообщений.

● **По факту изменения состояния (спорадическая передача).** Передачу инициирует КП по факту события на объекте, что позволяет минимизировать время представления информации оператору. При этом спорадически может передаваться как высокоприоритетная информация (например, аварийная), так и низкоприоритетная (например, данные амплитудной дискретизации контролируемых процессов, находящихся в пределах рабочей зоны).

● **Передача по запросу.** Иницируется ПУ путём адресного обращения к КП с запросом информации о текущем состоянии объекта или с командой управляющего воздействия на объект адресуемого КП в той или иной форме. Если ПУ периодически осуществляет последовательный оп-

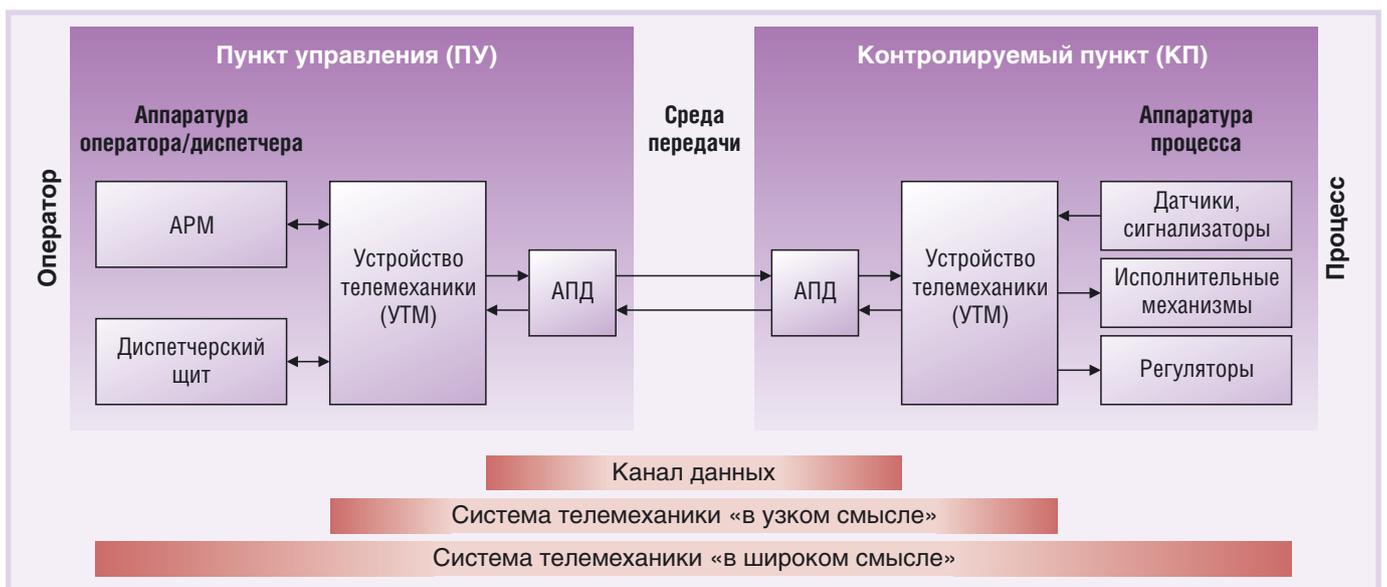


Рис. 1. Типовая структура СТМ (конфигурация «точка-точка»)

Таблица 2

Возможные конфигурации каналов телемеханики

Конфигурация	Описание
Радиальная «точка-точка»	ПУ связан с каждым КП индивидуальным каналом передачи данных (рис. 1). При этом количество линейных терминалов (АПД) на ПУ равно количеству подключённых КП, что позволяет ПУ одновременно и независимо передавать сообщения одному, группе или всем КП, а каждый КП может одновременно и независимо передавать данные на ПУ.
Радиальная многоточечная	На ПУ установлен один линейный терминал (АПД), к которому индивидуальными линиями связи подключены более одного КП. При этом одновременно только один КП может передавать данные на ПУ, а ПУ может передавать данные одному или нескольким КП одновременно.
Цепочечная (магистральная)	На ПУ установлен один линейный терминал (АПД), к которому общей линией подключено более одного КП. При этом одновременно только один КП может передавать данные на ПУ, а ПУ может передавать данные одному или нескольким КП одновременно.
Кольцевая многоточечная	Линия связи, проходящая через все КП, образует кольцо, по которому информация от ПУ любому КП (и обратно) может быть отправлена в одну или другую сторону (например, при обрыве линии связи).
Смешанная	Комбинация различных конфигураций. Наряду с ПУ и КП в структуре СТМ могут использоваться пункты сбора, концентрации информации и обмена ею.

Таблица 3

Перечень испытаний на соответствие требованиям электромагнитной совместимости

Испытание на помехоустойчивость	Аппаратура пункта управления (ПУ)				Аппаратура контролируемого пункта (КП)			
	Источник АС	Источник DC	Интерфейс оператора	Интерфейс канала	Интерфейс процесса	Источник DC	Источник АС	
A.1.1 Гармоники	+						+	
A.1.2 Интергармоники	+						+	
A.1.3 Напряжение сигнализации	+						+	
A.1.4 Колебания напряжения	+	+				+	+	
A.1.5 Провалы и кратковременные перерывы питания	+	+				+	+	
A.2.1 Импульсы напряжения 100/1300 мкс	+					+	+	
A.2.2 Импульсы напряжения 1,2/50-8/20 мкс					+	+	+	
A.2.3 Наносекундные импульсные помехи	+	+	+	+	+	+	+	
A.2.4 Затухающие синусоидальные колебания	+	+	+					
A.2.5 Затухающие колебания				+	+	+	+	
A.2.8 Импульсы напряжения 10/700 мкс				+				
A.3.1 Электростатический разряд		+				+		
A.4.1 Магнитное поле промышленной частоты		+				+		
A.4.3 Затухающее колебательное магнитное поле						+		
A.5.1 Радиочастотное электромагнитное поле		+				+		
A.6.1 Напряжение промышленной частоты в интерфейсных цепях			+	+	+			
A.6.2 Напряжение постоянного тока в интерфейсных цепях					+			

Таблица 4

Классы механических требований к исполнениям УТМ

Класс	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость изменения температуры, °С/мин	Размещение
A1	от +20 до +25	от 20 до 75	0,1	Кондиционирование
B1	от +15 до +30	от 10 до 75	0,5	Обогреваемые или охлаждаемые помещения
B2	от +5 до +40	от 5 до 85		
B3	от +5 до +40	от 5 до 95 с конденсацией		
C1	от -25 до +45	от 5 до 95 с конденсацией	0,5	Под крышей или в закрытых помещениях
C2	от -25 до +55	от 10 до 100 с конденсацией	0,5	
C3	от -40 до +70	от 10 до 100 с конденсацией	1	
D1	от -33 до +40	от 15 до 100 с конденсацией	0,5	На открытом воздухе
D2	от -50 до +40			

рос всех или какой-то группы КП, то такая операция определяется как циклопрос.

- **Периодическая (циклическая) передача.** Иницируется КП для передачи информации на ПУ с заданным временным разделением (временная дискретизация контролируемых процессов). Периодическая передача определяет временные задержки обновления информации в АРМ. Эти задержки тем больше, чем дольше передаётся информация от одного КП и чем большее количество КП в составе СТМ. Следует отметить, что при периодической передаче сообщений из КП потеря некоторых сообщений в канале связи не является критичной, так как обновление информации будет выполнено в процессе следующих передач.

**Условия эксплуатации**

В стандарте [5] регламентируются требования к источникам питания и электросовместимости.

*Параметры источников питания УТМ:* однофазная сеть переменного тока (АС) с номинальным напряжением 220 В при допустимых отклонениях напряжения в диапазонах ±10%, от -15 до +10%, от -20 до +15% и частоты в пределах ±0,2%, ±1,0%, ±5,0%; сеть постоянного тока (DC) с номинальным напряжением 12, 24, 48, 60, 115, 220 В при допустимых отклонениях ±10%, ±15%, от -20 до +15% и с определёнными классами условий заземления (плюсового полюса, минусового полюса, центральной точки, без заземления). Нормируются также значения несинусоидальности для источников переменного тока и уровней пульсаций напряжения для источников постоянного тока.

Требования *электромагнитной совместимости* определяются перечнем испытаний, представленным в табл. 3. Перечисленным испытаниям на помехоустойчивость в этой таблице поставлены в соответствие определённые электромагнитные явления и уровни испытательного напряжения для разных классов жёсткости условий электромагнитной обстановки, в которых должно работать испытываемое устройство.

В [6] определяются допустимые условия эксплуатации УТМ в части влияния климатических, механических и других неэлектрических величин.

Нормируются *климатические параметры окружающей среды:* допустимое изменение температуры воздуха и ско-

Таблица 5

Классы механических требований к исполнениям УТМ

Механические параметры	Класс															
	A <sub>m</sub>			B <sub>m</sub>			C <sub>m</sub>			D <sub>m</sub>						
<b>Стационарная синусоидальная вибрация</b> ● амплитуда перемещения, мм ● амплитуда ускорения, м/с <sup>2</sup> ● диапазон частот, Гц	0,3	1	200-500	3	10	15	200-500	7	20	15	200-500	15	50	40	200-500	
<b>Удары</b> ● длительность половины синусоиды, мс ● пиковое ускорение, м/с <sup>2</sup>	2-9	22	40	2-9	11	100	2-9	11	300	2-9	6	1000				
<b>Свободное падение, м</b> ● масса менее 20 кг ● масса от 20 до 100 кг ● масса более 100 кг													0,25	1,5		
													0,25	1,2		
													0,1	0,5		
<b>Статическая нагрузка, кПа</b>													5	10		

рость её изменения, относительная и абсолютная влажность воздуха, атмосферное давление, солнечное излучение, интенсивность дождя, а также характер влияния (да/нет) конденсации, осадков, образования инея и гололёда. В табл. 4 [6] показаны наиболее активно используемые климатические параметры условий эксплуатации УТМ, которые незначительно, но отличаются от групп климатического исполнения по ГОСТ 26.205-88.

Устройства всех классов должны работать при изменении атмосферного давления в пределах от 70 до 106 кПа, что соответствует высоте до 3000 м над уровнем моря.

Классификационные параметры допустимых механических воздействий для условий хранения, эксплуатации и транспортирования представлены в табл. 5 [6] четырьмя классами.

В стандарте [6] для УТМ, устанавливаемого в неизвестном месте, определены три класса сейсмического воздействия (по шкале Меркалли).

**ИНТЕРФЕЙСЫ (ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ)**

В [7] объектом стандартизации являются электрические характеристики интерфейсов на границах между УТМ и внешним оборудованием согласно рис. 2, но без установления требований к интерфейсу внешнего источника питания, к логическим характеристикам интерфейсов и протоколам взаимодействия.

При рассмотрении интерфейса между УТМ и АПД не исключается возможность включения АПД в состав УТМ. Интерфейс сопряжения УТМ с каналом связи в стандарте определяется в соответствии с требованиями рекомендаций Международного консультативного комитета по телефонной и телеграфной связи (МККТТ, ныне Международный телекоммуникаци-



Рис. 2. Интерфейсные связи УТМ

онный союз – ITU-T) серий R и V. Цепи обмена между УТМ и АПД должны соответствовать рекомендациям ITU-T V.24 (1989) «Перечень определений линий стыка между оконечным оборудованием данных и аппаратурой оконечного канала данных». Электрические характеристики интерфейса должны соответствовать рекомендациям:

- ITU-T V.28 (1989) для несимметричных двухполярных цепей обмена с оконечной аппаратурой, выполненной по технологии дискретных элементов;
- ITU-T V.10 (1989) для несимметричных двухполярных цепей обмена с оконечной аппаратурой, выполненной на интегральных схемах;
- ITU-T V.11 (1989) для симметричных двухполярных цепей обмена с оконечной аппаратурой, выполненной на интегральных схемах.

Механические (разъёмные) соединения рекомендуется выполнять в соответствии со стандартами международ-

ной организации по стандартизации ISO (ИСО) и ГОСТ, указанными в табл. 6 [7].

Большая часть [7] посвящена интерфейсу аппаратуры процесса при использовании дискретных и аналоговых сигналов. Некоторым специалистам может показаться, что нет ничего проще, чем, например, решить задачу ввода дискретных сигналов, так как они решали её неоднократно с незапамятных времён. И тем не менее, следование данному стандарту и в этом вопросе поможет защитить создаваемые УТМ от непредвиденных проблем.

Дискретные двоичные сигналы нормируются по уровню и по длительности.

Различают следующие уровни: уровни верхнего и нижнего диапазонов нормальных значений; уровни промежуточного диапазона (между верхним и нижним диапазонами нормальных значений), длительное нахождение сигнала в котором свидетельствует о нарушении нормальной работы; пере-

Таблица 6

Описание внешних соединений УТМ (физический уровень)

МККПТ – ITU-T		ISO (ИСО)	ГОСТ		
Функции	Электрические характеристики	Соединения	Функции	Электрические характеристики	Соединения
V.24	V.28	ISO 2110 (25-контактный разъём)	ГОСТ 18145	ГОСТ 18145	ГОСТ 18145
V.24	V.10	ISO 4902 (37-контактный разъём)	ГОСТ 18145	ГОСТ 23675	ГОСТ 18145
V.24	V.11	ISO 4902 (37-контактный разъём)	ГОСТ 18145	ГОСТ 23675	ГОСТ 18145

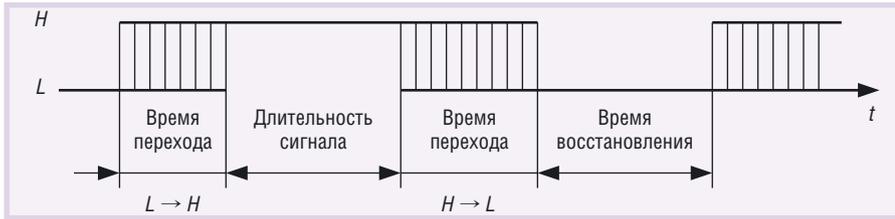


Рис. 3. Временные параметры двоичных сигналов

Таблица 7

Классы токов для двоичных входных и выходных сигналов

Класс тока	Двоичные входные сигналы постоянного и переменного тока, мА		Двоичные выходные сигналы			
	Мин.	Макс.	Постоянный ток, А		Переменный ток, А	
			Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
1	1	5	—	0,1	—	0,2
2	5	10	0,05	0,5	0,1	1
3	10	50	0,1	1	0,2	2
4	50	—	0,25	2,5	0,5	5

**Примечания.** 1. Изготовитель должен указать рабочий ток при номинальном напряжении и влияние допускаемых отклонений напряжения.  
2. Пределы приведённых классов могут быть при необходимости расширены. Для этого используют дополнительно подключённое оборудование.

Таблица 8

Пределы помех по напряжению и требования к изоляции для аналоговых сигналов

Показатели	Помехи нормального вида	Помехи общего вида
Пределы повреждений для класса 1	±50 мА постоянного тока* ±24 В постоянного тока* 0,2 кВ OSC**** 0,3 кВ IMP****	25 В переменного тока 65 В постоянного тока 1,0 кВ OSC 2,0 кВ IMP
Пределы повреждений для класса 2	±50 мА постоянного тока* ±24 В постоянного тока* 0,5 кВ OSC 1,0 кВ IMP	±0,5 кВ постоянного тока 0,5 кВ PF**** 1,0 кВ OSC 2,0 кВ IMP
Изоляция между любой парой входов или выходов и землёй	—	Минимальные значения: а) 1 МОм при 500 В** б) 10 МОм при 500 В*** в) 100 МОм при 500 В***

\* Аппаратура должна выдерживать без повреждений указанные значения напряжения и тока не менее 1 мин.  
\*\* Для общего применения.  
\*\*\* Для специального применения.  
\*\*\*\* PF — промышленная частота 50/60 Гц (ГОСТ 27918); OSC — затухающая синусоида волны колебаний (ГОСТ 27918); IMP — одиночный импульс высокого напряжения (ГОСТ 27918).  
**Примечание.** Для рабочих пределов требования установлены в ГОСТ Р МЭК 870-4-93, в котором приведены зависимости между точностью, рабочими пределами и характеристиками аппаратуры.

грузочный уровень, определяемый пределами, находящимися выше верхнего или ниже нижнего диапазонов нормальных значений (этот уровень опасен возможным повреждением аппаратуры).

Нормирование по длительности осуществляется для дискретного ступенчатого сигнала (например, высокий уровень сигнала определяет состояние «ВКЛ» исполнительного устройства, а низкий — «ОТКЛ») и для импульсного сигнала, который реализует импульсную команду управления, передаёт информацию о приращении или о кратковременном состоянии.

В соответствии с рис. 3 [7] определяются следующие временные парамет-

ры двоичных сигналов: длительность, время восстановления и переходное время. Правильный выбор значений перечисленных параметров сигналов позволяет исключать влияние дрейбза и состязаний при приёме и обработке дискретных сигналов.

Стандартом определяется состав спецификации дискретных сигналов: номинальные уровни (напряжение или ток); расположение (внутри или вне аппаратуры) и полное сопротивление генерирующей цепи; форма импульсов (уровень, время перехода, длительность, полярность, остаточная пульсация); тип гальванической развязки и предельные напряжения помех (нормального вида, общего вида).

Типы аналоговых сигналов в стандарте определяются как одно- и двухполярные.

Уровни аналоговых сигналов нормируются в номинальной области, определяющей рабочие условия функционирования, включая возможные рабочие перегрузки, а также в аварийной области, в которой выделяются верхний и нижний пределы устойчивости к повреждению аппаратуры.

Стандартом определяется состав спецификации аналоговых сигналов: пределы диапазона, сопротивление нагрузки (максимальное для тока, минимальное для напряжения), тип гальванической развязки и предельные напряжения помех (нормального вида, общего вида). Ни точность, ни полоса частот сигнала (например, скорость изменения) не устанавливаются, так как они являются техническими характеристиками.

Рекомендуемые значения аналоговых сигналов предлагается выбирать из числа токовых сигналов в диапазонах: 0...5 мА, 0...10 мА, 4...20 мА, ±5 мА, ±10 мА.

Физическая реализация интерфейса между УТМ и аппаратурой процесса — это линия связи, по которой передаётся информация с помощью дискретных и аналоговых сигналов.

Основные характеристики интерфейсных сигналов определяются номинальными значениями напряжений и классами токов для двоичных сигналов, а также предельными значениями напряжений и требованиями к изоляции для дискретных и аналоговых сигналов.

Значения двоичных сигналов в стандарте ограничиваются номинальными напряжениями ( $U_{ном}$ ) постоянного тока: 12 В, 24 В, 48 В, 60 В. Для пассивного двоичного входа номинальные значения напряжения могут быть определены по согласованию между изготовителем и пользователем.

Классы токов для двоичных входных и выходных сигналов согласно [7] представлены в табл. 7.

Предельные значения напряжений и требования к изоляции для аналоговых и дискретных сигналов приведены соответственно в табл. 8 и 9 [7].

Двоичные входные и выходные сигналы различаются как активные и пассивные.

К активным относятся сигналы, источник питания которых находится вне УТМ. Характеристики активных входных и выходных сигналов представлены в табл. 10 [7].

Таблица 9

Пределы помех по напряжению и требования к изоляции для аналоговых сигналов

Показатели	Помехи нормального вида		Помехи общего вида
	Помехи нормального вида		
Рабочие пределы	10% двойной амплитуды $U_{ном}$ промышленной частоты 0,2 кВ OSC* 0,3 кВ IMP*		25 В переменного тока 65 В постоянного тока 0,3 кВ OSC 0,5 кВ IMP
Пределы повреждений для класса 1	+200% от $U_{ном}$ постоянного тока** -125% от $U_{ном}$ постоянного тока*** 200% от $U_{ном}$ переменного тока** 0,3 кВ OSC 0,5 кВ IMP		0,5 кВ PF* 0,5 кВ OSC 1,0 кВ IMP
Пределы повреждений для класса 2	+200% от $U_{ном}$ постоянного тока** -125% от $U_{ном}$ постоянного тока*** 200% от $U_{ном}$ переменного тока** 0,5 кВ OSC* 1,0 кВ IMP*		0,5 кВ PF 1,0 кВ OSC 2,5 кВ IMP
Пределы повреждений для класса 3	+200% от $U_{ном}$ постоянного тока** -125% от $U_{ном}$ постоянного тока*** 200% от $U_{ном}$ переменного тока** 1,0 кВ OSC* 2,5 кВ IMP*		2,5 кВ PF 2,5 кВ OSC 5,0 кВ IMP
Изоляция между любой парой входов или выходов и землёй	—		Минимальные значения: а) 1 МОм при 500 В переменного тока (для общего применения) б) 10 МОм при 500 В переменного тока (для специального применения) в) 100 МОм при 500 В переменного тока (для специального применения)

\* PF — промышленная частота 50/60 Гц (ГОСТ 27918); OSC — затухающая синусоида волны колебаний (ГОСТ 27918); IMP — одиночный импульс высокого напряжения (ГОСТ 27918).  
\*\* Аппаратура должна выдерживать без повреждений указанные значения напряжения не менее 1 с.  
\*\*\* Аппаратура должна выдерживать без повреждений указанные значения напряжения не менее 1 мин.

К пассивным относятся сигналы, источник питания которых находится внутри УТМ. Эти сигналы подаются в аппаратуру в виде контактов, замыкающих или замыкающих цепи определённого сопротивления. При этом для надёжной работы нормируется значение тока, протекающего через контакты и нагрузку. Характеристики пассивных входных и выходных сигналов представлены в табл. 11 [7].

Аналоговые входные и выходные сигналы в общем случае также могут быть активными и пассивными (например, переменные сопротивления), но в стандарте рассмотрены только активные сигналы. Использование пассивных сигналов отнесено к области согласования между изготовителем и заказчиком.

В стандарте определяется, что максимальное сопротивление нагрузки [кОм] должно быть ограничено:

- для входных токовых сигналов — отношением напряжения 5 В к номинальному значению тока [мА];
- для выходных токовых сигналов — отношением напряжения 10 В к номинальному значению тока [мА];
- для сигналов напряжения — 200 кОм/В.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

Объектом стандартизации [8] являются показатели, определяющие технические требования к УТМ и СТМ и предназначенные для использования при сравнительном выборе УТМ и оценке их конкурентной способности.

В табл. 12 в соответствии с [8] приведены показатели безотказности, готовности, ремонтпригодности. В обязательном Приложении А к стандарту перечислены меры, рекомендуемые для улучшения этих показателей.

**Безотказность** нормируется средним временем между отказами в часах ( $T_0$ ), которое должно рассчитываться изготовителем по данным о надёжности отдельных компонентов и подтверждаться в реальной эксплуатации за заданный период испытаний с исключением периода ранних отказов.

**Готовность** нормируется коэффициентом готовности ( $K_r$ ), который должен определяться отношением общего времени работы УТМ к суммарному времени работы и простоя.  $K_r$  характеризует способность СТМ выполнять требуемые функции в данный момент времени в отличие от безотказности, характеризующей работу за заданный период времени.

Таблица 10

Активные двоичные входные и выходные сигналы

Характеристика (см. рис. 3)	Значение	
	Входной сигнал	Выходной сигнал
Сигнал низкого уровня (L)	Минимальное: -5% от $U_{ном}$ Номинальное: 0% от $U_{ном}$ Максимальное: +15% от $U_{ном}$	Минимальное: 0% от $U_{ном}$ Номинальное: 0% от $U_{ном}$ Максимальное: +10% от $U_{ном}$
	Ток максимальный: 0,2 мА	
Сигнал высокого уровня (H)	Минимальное: +75% от $U_{ном}$ Номинальное: +100% от $U_{ном}$ Максимальное: ±125% от $U_{ном}$	Минимальное: +80% от $U_{ном}$ Номинальное: +100% от $U_{ном}$ Максимальное: +120% от $U_{ном}$
	Для классов тока по табл. 7	
Длительность сигнала	Минимальная: 10 мс (3 мс — для специального применения)	
Время восстановления	Минимальное: 10 мс (3 мс — для специального применения)	
Время перехода (H→L, L→H)	Максимальное: 8 мс (1 мс — для специального применения)	

Таблица 11

Пассивные двоичные входные и выходные сигналы

Характеристика	Значение	
	Входной сигнал	Выходной сигнал
Разомкнутая цепь	Минимальное: 50 кОм при $U_{ном}$ Номинальное: ∞ Ом при $U_{ном}$	Минимальное: 50 кОм при $U_{ном}$ Номинальное: ∞ Ом при $U_{ном}$
	Ток максимальный: 0,2 мА при 125% от $U_{ном}$	
Замкнутая цепь	Минимальное: 0 Ом Номинальное: 150 Ом	Минимальное: 0 Ом Номинальное: 0,05 $U_{ном}/I_{макс}$
	Для классов тока по табл. 7	
Длительность сигнала	Минимальная: 10 мс (3 мс — для специального применения)	
Время восстановления	Минимальное: 10 мс (3 мс — для специального применения)	
Время перехода (H→L, L→H)	Максимальное: 8 мс (1 мс — для специального применения)	

Таблица 12

Показатели безотказности, готовности, ремонтпригодности

Класс безотказности	$T_0$ , ч	Класс готовности	$K_r$ , %	Класс ремонтпригодности	$T_{в'}$ , ч
R1	$\geq 2000$	A1	$\geq 2000$	M1	$\leq 36$
R2	$\geq 4000$	A2	$\geq 4000$	M2	$\leq 24$
R3	$\geq 8760$	A3	$\geq 8760$	M3	$\leq 12$
					$\leq 6$

*Ремонтпригодность* нормируется средним временем восстановления в часах ( $T_{в'}$ ), вычисляемым как сумма организационного времени (промежутков от обнаружения отказа до уведомления службы ремонта), транспортного времени (от момента уведомления о повреждении до прибытия на объект с необходимым оборудованием), среднего времени ремонта  $T_p$  (обнаружения и устранения отказа, а также проверки работоспособности). Это суммарное время нормируется 1, 6, 12 или 24 часами, начиная от момента обнаружения отказа УТМ, и характеризует возможность восстановления полной работоспособности УТМ при заданных условиях эксплуатации.

Показатель «защищённость от повреждений» определяет способность УТМ избегать попадания в опасную или нестабильную ситуацию. Он не нормируется, но в пункте А4 Приложения А к стандарту [8] перечислены меры, рекомендуемые для его улучшения.

Показатель «достоверность передаваемых данных» характеризуется веро-

яностью появления необнаруженных ошибок при вероятности искажения бита  $10^{-4}$  и нормируется в соответствии с табл. 13 [8]. Меры для улучшения достоверности передачи данных описаны в пункте А5 Приложения А к стандарту.

Показатель «временные параметры» характеризует промежуток времени от момента появления события на передающем пункте до представления информации о нём на приёмном пункте. Этот параметр связан не только с характеристиками конкретных УТМ, но и с влиянием таких факторов, как конфигурация канала связи, методы передачи телемеханических сообщений, ширина частотной полосы канала связи, функции предварительной обработки на передающем пункте, уровень помех в канале связи, накопление событий за данный период времени, приоритеты в протоколе передачи данных.

Кроме полного времени передачи, при обработке информации о состоянии контролируемого процесса важны следующие параметры:

Таблица 13

Классы достоверности передачи данных

Класс достоверности данных	Вероятность появления необнаруженных ошибок
I1	$\leq 10^{-6}$
I2	$\leq 10^{-10}$
I3	$\leq 10^{-14}$

- разрешающая способность по очерёдности – минимальный промежуток времени между событиями, при котором правильно определяется последовательность их появления;
- разрешающая способность по времени – минимальное время между событиями, при котором различимы соответствующие метки времени;
- время подавления – промежуток времени, за который подавляется появившаяся неправильная информация об изменении состояния, вызванная помехой или дребезгом контактов;
- время опроса – минимальный промежуток времени, необходимый для правильного определения и обработки информации о состоянии.

Принятые методы определения характеристик и объёмов передаваемой информации в системах телемеханики приведены в пункте А6 Приложения А [8].

УТМ КП должны иметь интерфейс не менее чем с двумя видами управляющих устройств: быстро перемещающимися, достигающими нового

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

**ICONICS представляет программное обеспечение нового поколения**

Компания ICONICS представила Pocket GENESIS 9.01 – новую версию одного из ведущих программных продуктов отрасли. Выход этого продукта открывает возможность использования новейших технологий мощного пакета GENESIS32 Automation Suite девятой версии и поддержку устройств Windows Mobile 2005 и Pocket PC.

Приложения, входящие в состав Pocket GENESIS 9.01, содержат ряд новых функций и инструментов. В частности, для увеличения производительности приложений и внутреннего программирования используется среда Visual Studio 5. Кроме того, в новом продукте предусмотрена возможность использования универсального менеджера данных на стороне сервера и клиента, включена поддержка SNMP-протокола, туннелинга OPC-данных, тревог и событий, а также исторических данных. Со стороны

клиента на базе DataWorX32 реализована поддержка «горячего» резервирования OPC-данных. В Pocket AlarmWorX 9.01 теперь введена и поддержка команд пользователя. Все приложения, входящие в состав Pocket GENESIS 9.01, поддерживают технологию plug&play, реализованы на базе технологии Windows Mobile 2005 и совместимы с Pocket PC 2003.

Преимущества новой технологии беспроводных распределённых систем адресованы в первую очередь разработчикам SCADA-систем и приложений для визуализации бизнес-процессов. При разработке экранных форм для АСУ ТП не требуется дополнительное преобразование интерфейса и элементов системы для применения приложений на платформе Windows Mobile 2005. Гибкая система лицензирования позволяет расширять количество узлов системы для Pocket GENESIS без какого-либо преобразования структуры существующей АСУ ТП.

Pocket GENESIS 9.01 предназначен для использования в проектах, где требуется компактное решение для визуализации и управления приложениями в распределённых системах. Приобрести Pocket GENESIS 9.01 можно у эксклюзивного дистрибьютора ICONICS в России, странах СНГ и Балтии – компании ПРОСОФТ. ●





определённого состояния менее чем за 250 мс; медленно перемещающимися, со временем перемещения от 250 мс до нескольких минут.

Полное время передачи команд должно быть возможно более коротким для обеспечения передачи и обработки команд с высоким приоритетом. Диспетчер (оператор) должен иметь возможность отслеживать исполнение команды управления, чтобы подтвердить приём и правильную передачу УТМ команд управления, а также выполнение команд управления периферийным оборудованием. В случае медленно действующих устройств оператору должна представляться промежуточная информация с выдачей информации об ошибке, если промежуточное состояние продолжается дольше определённого времени.

Временной параметр, связанный с обработкой измеряемых величин и команд уставок, — это полное время передачи. Выполнение функции интегральных измерений (телесчёт) требует, чтобы время обработки и передачи данных было меньше времени суммирования.

Классификационный признак «общая погрешность результатов обработки информации» определяется как разность между значениями величин в местах передачи и приёма, выраженная в процентах от номинального диапазона. Следует обратить внимание на то, что в [8] (см. п. 3.7.2.1) используется термин «общая точность» (overall accuracy) без выделения основной и дополнительных составляющих погрешностей, которого требует ГОСТ 26.205-88 [14]. Обобщённый подход к оценке точности измерения удобен для эксплуатационного персонала по следующим причинам:

- в большинстве проектов телемеханизации не предусмотрено отслеживание условий эксплуатации УТМ по месту их установки, а следовательно, в рабочих условиях эксплуатации оценка текущих значений дополнительных составляющих погрешностей принципиально невозможна;
- в производственных условиях УТМ связаны с объектом не только измерительными каналами, но также множеством каналов сигнализации и управления, поэтому большое значение имеет возможность проведения поверки/калибровки измерительных каналов УТМ без его демонтажа, что возможно только тогда, когда условия поверки/калибровки совпадают

с рабочими условиями эксплуатации УТМ; следует отметить, что в этом случае существенно снижаются требования к поверочному оборудованию как по точности, так и по условиям его эксплуатации.

Применение обобщённого подхода к оценке точности измерительных каналов УТМ потребует разработки специальной методики их поверки/калибровки в рабочих условиях эксплуатации, которая должна быть увязана с регламентацией метрологических характеристик измерительных каналов измерительной системы [15], частью которой являются УТМ.

Различие требований [8] и [14] имеет место и в определении классов точности. В [8] они определяются из ряда (класс точности — общая погрешность): А1 — 5,0%; А2 — 2,0%; А3 — 1,0%; А4 — 0,5%; Ах — специальные классы. В [14] указано, что классы точности каналов измерения должны выбираться из ряда: 2,5 (по требованию потребителя); 1,5; 1,0; 0,6; 0,4; 0,25; 0,2; 0,15; 0,1; 0,06.

Классификационный параметр «возможность расширения системы телемеханики» определяет способность СТМ и УТМ к расширению или модернизации функций в целях адаптации к изменениям обслуживаемого технологического процесса. Возможность расширения УТМ как свойство конструкции следует рассматривать на начальной стадии разработки и проектирования, в том числе с определением технических требований к тем условиям, в которых расширение и модификация могут быть возможны.

Оценка возможности расширения должна учитывать следующие требования:

- минимизации изменений в установленном УТМ и его программном обеспечении;
- недопущения ухудшения надёжности и защищённости системы телемеханики;
- минимизации времени простоя системы, необходимого для выполнения изменений в системе и проведения испытаний.

Методы представления и оценки возможности расширения УТМ изложены в обязательном приложении к стандарту [8]. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. МЭК 60050-371-84. Международный электротехнический словарь. Глава 371: Телемеханика. — ИЕС, 1984.

2. ГОСТ Р МЭК 870-1-1-93. Устройства и системы телемеханики. Часть 1. Основные положения. Раздел 1. Общие принципы. — М.: Издательство стандартов, 1994.

3. ГОСТ Р МЭК 870-1-2-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 1. Основные положения. Раздел 2. Руководство по разработке технических требований. — М.: Издательство стандартов, 1995.

4. ГОСТ Р МЭК 870-1-4-98. Устройства и системы телемеханики. Часть 1. Основные положения. Раздел 4. Основные аспекты передачи телемеханических данных и руководство по использованию стандартов МЭК 870-5 и МЭК 870-6. — М.: Издательство стандартов, 1998.

5. ГОСТ Р 51179-98 (МЭК 870-2-1-95). Устройства и системы телемеханики. Часть 2. Условия эксплуатации. Раздел 1. Источники питания и электромагнитная совместимость. — М.: Издательство стандартов, 1998.

6. ГОСТ Р МЭК 60870-2-2-2001. Устройства и системы телемеханики. Часть 2. Условия эксплуатации. Раздел 2. Условия окружающей среды (климатические, механические и другие неэлектрические влияния). — М.: Издательство стандартов, 2001.

7. ГОСТ Р МЭК 870-3-93. Устройства и системы телемеханики. Часть 3. Интерфейсы (Электрические характеристики). — М.: Издательство стандартов, 1994.

8. ГОСТ Р МЭК 870-4-93. Устройства и системы телемеханики. Часть 4. Технические требования. — М.: Издательство стандартов, 1994.

9. ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 1. Форматы передаваемых кадров. — М.: Издательство стандартов, 1995.

10. ГОСТ Р МЭК 870-5-2-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 2. Процедуры в каналах передачи. — М.: Издательство стандартов, 1995.

11. ГОСТ Р МЭК 870-5-3-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 3. Общая структура данных пользователя. — М.: Издательство стандартов, 1995.

12. ГОСТ Р МЭК 870-5-4-96. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 4. Определение и кодирование элементов пользовательской информации. — М.: Издательство стандартов, 1996.

13. ГОСТ Р МЭК 870-5-5-96. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 5. Основные прикладные функции. — М.: Издательство стандартов, 1996.

14. ГОСТ 26.205-88. Комплексы и устройства телемеханики. Общие технические условия. — М.: Издательство стандартов, 1989.

15. МИ 2439-97. ГСИ. Метрологические характеристики измерительных систем. Номенклатура. Принципы регламентации, определения и контроля. — М.: ВНИИМС, 1997.