



## КОНТРОЛЛЕРЫ СЕР. TREI-5B: МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ВОЗМОЖНОСТИ, СРАВНЕНИЕ С АНАЛОГАМИ, ПЕРСПЕКТИВЫ

А.А. Данилов (ПЦСМ Госстандарта РФ)  
С.Л. Рогов, А.А. Степанов (ООО "ТРЭИ ГМБХ")

*Приводится сравнительная информация о метрологических характеристиках ПЛК, с аналогичными характеристиками некоторых зарубежных ПЛК, имеющих сертификаты Госстандарта России.*

*Рассматриваются возможности измерительных модулей TREI-5B-M, выпускаемых отечественным производителем – ООО "ТРЭИ ГМБХ", и направления их дальнейшей модернизации.*

В связи с повсеместной автоматизацией процессов измерения и управления широкое распространение получили такие средства автоматизации, как измерительно-вычислительные (программно-технические) комплексы и ПЛК, которые при применении в сферах, контролируемых органами государственного метрологического контроля и надзора, установленных в статье 13 Закона РФ "Об обеспечении единства измерений", должны пройти испытания с целью утверждения типа средств измерений (согласно ПР 50.2.009-94. ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений) и заносятся в Государственный реестр средств измерений.

Следует отметить, что значительное место среди ИВК и ПК, занесенных в Государственный реестр средств измерений, занимает продукция известных зарубежных фирм таких, как ABB, Foxboro, General Electric, Honeywell, Siemens, Yokogawa и др. При этом основу таких средств измерений, с точки зрения метрологии, выполняют измерительные модули, имеющие стандартизованные входные/выходные сигналы и нормированные метрологические характеристики.

Ниже представлены возможности измерительных модулей TREI-5B-M, зарегистрированные в Государственном реестре средств измерений (№ 19315-00, № 19315-02), выпускаемые отечественным производителем – ООО "ТРЭИ ГМБХ", а также результаты их сравнения с сертифицированными в Госстандарте России измерительными модулями ряда зарубежных производителей ПЛК (данные Госстандарта на январь 2003 г.) Измерительные модули, являющиеся аналогами модулей TREI-5B-M и присутствующие на Российском рынке промышленной автоматизации, но не имеющие соответствующего сертификата Госстандарта России, в данном сравнении не участвуют. Информация о метрологических характеристиках взята из описаний типа средств измерений, публикуемых Госстандартом России (номера сертификатов указаны в скобках). Таким образом, в качестве аналогов выбраны:

– комплексы измерительные, вычислительные и управляющие Symphony Harmony (№ 18581-99)

фирмы ABB Automation Hartmann&Braun (США, Италия, Германия);

– устройства удаленного ввода/вывода I/A Series RTU20 (№ 19042-99) компании Foxboro Scada S.p.A. (Италия);

– комплекс ПЛК для информационно-измерительных и управляющих систем PLC GE Fanuc (№ 17303-98) фирмы General Electric Fanuc Automation (США);

– контроллеры сер. UDC (№ 19536-00) компании Honeywell (США, Франция);

– ПЛК SIMATIC S7-400 (№ 11992-02) компании Siemens (Германия);

– системы управления CENTUM CS1000 (№ 18207-99) корпорации Yokogawa Electric (Япония).

Диапазоны измерений, пределы допускаемой основной и дополнительной температурной погрешности сравниваемых средств измерений представлены в табл. 1. Здесь приняты следующие обозначения: I, U, R, t – диапазоны измерений тока, напряжения, сопротивления, температуры соответственно; N, f, T – число импульсов, частота, период соответственно; g и g<sub>д</sub> – пределы допускаемой основной приведенной и дополнительной температурной погрешности.

Сравнение модулей TREI-5B-M с техническими средствами зарубежных производителей, имеющих сертификат Госстандарта России (табл. 1), показывает, что по метрологическим характеристикам они не уступают своим зарубежным аналогам. Измерительные модули TREI-5B-M имеют широкие номенклатуру и диапазоны измеряемых величин, высокую точность измерений, достаточную для построения большинства автоматизированных систем контроля и управления ТП и систем коммерческого учета энергоресурсов (газа, нефти и нефтепродуктов, тепла и теплоносителя). Кроме того, модули TREI-5B-M имеют широкие рабочие условия для их применения.

Во-первых, модули могут применяться при температуре окружающего воздуха –40...60°С, что

Таблица 1. Метрологические характеристики измерительных каналов средств измерений

Характеристики	Наименование средств измерений						
	TREI-5B-M	Symphony Harmony	I/A Series RTU20	PLC GE Fanuc	UDC	SIMATIC S7-400	CENTUM CS1000
Устройства ввода тока							
I, мА	0...5; 0...20; 4...20; ±5; ±10	4...20	0...20; 4...20			4...20; ±5; ±10; ±20	0...20; 4...20
γ, %	±0,025	±0,02	±0,1	±0,05...0,7	±0,1...0,5	±0,15	±0,1
γ <sub>др</sub> , %/10 °С	±0,015	±0,03	±0,02	±0,04...0,3	±0,1	±0,05	±0,2
Устройства ввода напряжения							
U, В	0...5; 0...10; ±5; ±10	±10	0...2; 0...5; 0...10	0...5; 0...10; ±5; ±10	0...5; 1...5; 0...10; 2...10	1...5; ±0,25; ±0,5; ±1; ±2,5; ±5; ±10	1...5; 0...10; ±10
γ, %	±0,025	±0,1	±0,2	±0,05...0,3	±0,25	±0,05	4 мВ
γ <sub>др</sub> , %/10 °С	±0,015	±0,02	±0,3 *	±0,04...0,3	±0,1	±0,03	8 мВ/10 °С
Устройства ввода напряжения (для терморпар)							
U, мВ	0...19; 0...78; ±19; ±78	±100	0...30; 0...60	-25...100; ±100	0...50; 10...50	±25; ±50; ±80	-50...150; ±100
γ, %	±0,025	±0,03	±0,5	±0,05...0,3	±0,25	±0,05	40 мкВ
γ <sub>др</sub> , %/10 °С	±0,015		±0,015	±0,04...0,3	±0,1	±0,03	80 мкВ/10 °С
Градуировки	A; B; E; J; K; L; N; S; T	E; J; K; L; N; R; S; T; U	J	B; C; E; J; K; N; R; S; T	B; J; K; N; R; S; T; L	B; R; S; T; E; N; J; K; U; L	-
Устройства ввода сопротивления (для термометров сопротивления)							
R, Ом	0...100; 0...200; 0...500	-	60...139; 80...119,5; 100...139,5; 100...179	-	-	0...48; 0...150; 0...300; 0...600; 0...5000	0...333; 0...30000
γ, %	±0,025	±0,05	-	-	±0,1...0,5	±0,3	±0,2
γ <sub>др</sub> , %/10 °С	±0,015	±0,03	±0,5 *	-	0,1	±0,4 *	±0,4
градуировки	Pt50; Pt100; Cu50; Cu100	Pt100; Ni120; Cu10	Pt100	Pt100; Pt1000; Ni120; u70	Pt100	Pl100; Ni100; Cu100	Pt100
Устройства ввода частоты, длительности и числа импульсов							
Измеряемые величины	N, f, T		N		f	N	N
f <sub>max</sub> , кГц	100	50	5	200...800	25	500	10
γ	±0,01 %	±0,03%	-		±5 Гц	1 импульс	-
Устройства вывода тока и напряжения							
I, мА	0...20; 4...20	4...20	0...20; 4...20	-	0...20; 4...20	0...20; 4...20; ±20	-
U, В	0...10; 0...5; ±10	1...5	-		0...5; 0...10	0...10; 1...5; ±10	
γ, %	±0,1				±0,25	±0,2...0,26 *	
γ <sub>др</sub> , %/10 °С	±0,05	±0,02			±0,1	±0,3...0,5 *	
Рабочие условия применения							
t, °С	-40...60	0,7...0	-25...70	0...60	0...55	0...60	0...50

Примечание: \* – погрешность в рабочих условиях применения

позволяет использовать их без дополнительного обеспечения температурного режима практически в любой части России.

Во-вторых, модули выпускаются в двух исполнениях – общепромышленном и взрывозащищенном. При этом во взрывозащищенном исполнении обеспечивается взрывозащита внешних цепей, подключаемых к платам ввода/вывода, и внутренних, поскольку каждый модуль снабжен встроенным барьером взрывозащиты. Именно по-

этому модули могут применяться на объектах с нормальными и пожаро/взрывоопасными условиями производства.

В-третьих, модули могут применяться в условиях значительных помех, поскольку обеспечивают высокую помехозащищенность – коэффициент ослабления помехи нормального вида ≥55 дБ, помехи общего вида частоты питающей сети и помехи общего вида постоянного тока ≥120 дБ.

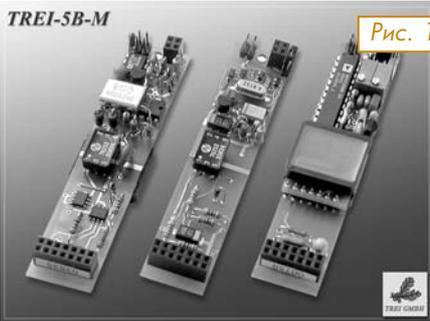


Рис. 1

Таблица 2

Тип устройства программного управления	TREI-5B-00	TREI-5B-01	TREI-5B-02
Степень защиты	IP20	IP40	IP20; IP55; IP64



Рис. 2

Таблица 3

Специальные измерительные каналы тока и напряжения		Пределы допускаемой погрешности	
Вид каналов	Диапазоны измерения	основной приведенной, %	дополнительной температурной, %/10 °С
С резервированием	0...5; 0...20; 4...20; ±5; ±10мА	±0,05	±0,025
	0...78; ±78мВ; 0...5; ±5; 0...10; ±10В		
С мультиплексированием	0...19; ±19мВ	±0,2	
	0...5; 0...20; 4...20; ±5; ±10мА	±0,025	
0...78; ±78мВ; 0...5; ±5; 0...10; ±10В	±0,1		
0...19; ±19мВ			



Рис. 3

которые отличаются не только габаритными размерами, но и различной степенью защиты от пыли и влаги (табл. 2).

Подобная конструкция модулей TREI-5B-M и устройств программного управления TREI-5B-xx позволяет легко изменять конфигурацию построенных на их основе автоматизированных систем и комплексов. Для наиболее полного удовлетворения запросов заказчика, изготовителем предусмотрена возможность создания специальных измерительных каналов и вариантов конструктивной реализации устройств.



Рис. 4

Первый тип специальных каналов обеспечивает возможность горячего резервирования (параллельного включения) модулей, что не только повышает надежность измерительных систем, но и позволяет осуществлять демонтаж модулей (без отключения питания системы) для профилактических целей, например, для периодической поверки.

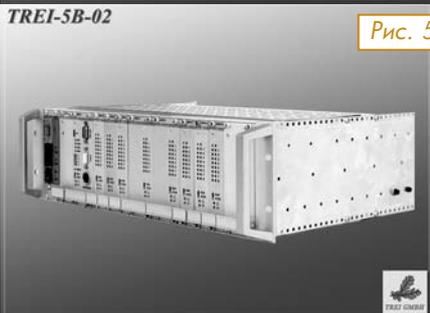


Рис. 5

Второй тип специальных каналов позволяет снизить стоимость автоматизированных систем, реализуемых на основе устройств программного управления TREI-5B, за счет подключения выходных сигналов от 16...64 датчиков к одному модулю аналогового ввода с помощью модулей мультиплексоров. Однако этот тип каналов применим лишь для медленно изменяющихся входных величин, поскольку периодичность опроса датчиков увеличивается пропорционально числу подключенных датчиков.

Пределы допускаемых основной и дополнительной температурной погрешности специальных измерительных каналов тока и напряжения модулей TREI-5B-M приведены в табл. 3.

Модули совместно с поставляемым ПО (в составе устройств программного управления TREI-5B-xx) позволяют осуществлять преобразование сигналов от термометров сопротивления (подключаемых по трех- и четырехпроводной схемам) и от термопар в код температуры в соответствии с международной температурной шкалой 1990 г. (МТШ-90) с нормированной погрешностью. На основе модулей преобразования сигналов от термометров сопротивления и от термопар в код температуры также могут быть построены специальные измерительные каналы. Метрологические характеристики каналов измерения температуры представлены в табл. 4.

Главной особенностью модулей, выгодно отличающих их от рассмотренных аналогов, является то, что каждый модуль выпускается в законченном виде и имеет нормированные метрологические характеристики, что существенно упрощает такие процедуры, как замена однотипных модулей и поверка автоматизированных систем, построенных на основе модулей.

Конструктивно модули TREI-5B-M (рис. 1) выполнены в виде унифицированных печатных плат, имеющих 14-контактный разъем, с помощью которого они соединяются с 8-, 16- или 64-канальными платами ввода/вывода (рис. 2) устройств программного управления TREI-5B-00 (рис. 3), TREI-5B-01 (рис. 4), TREI-5B-02 (рис. 5),

Таблица 4

Каналы измерения температуры		Пределы допускаемой погрешности	
Вид датчика	Вид каналов	основной приведенной, °С	дополнительной температурной, %/10°С
Термометры сопротивления Pt50/100, Cu50/100	обычный	±0,2	±0,015
	с резервированием	±0,4	
	с мультиплексированием	±0,2	±0,025
Термопары А; В; Е; J; К; L; N; S; Т	обычный	$\Delta T = \pm 0,3 \dots 1,5$	±0,015
	с резервированием	$\pm 2 \times \Delta T$	±0,025
	с мультиплексированием	$\pm \Delta T$	

**История возникновения измерительных модулей TREI-5B-M.**

Целесообразность производства модулей измерительных TREI-5B-M, как средства измерений, подтверждена многолетней (начиная с 1995 г.) практикой применения устройств программного управления TREI-5B-xx, носителем метрологических характеристик которых является лишь один компонент – измерительные модули.

Первоначально сертификат об утверждении типа средств измерений был получен на ПЛК TREI-5B-00 в целом, как средство измерений, имеющее определенную спецификацией поставки набор измерительных модулей. Такое средство измерений поставлялось на объект и эксплуатировалось как комплектное изделие. Однако в ходе эксплуатации у потребителя постоянно возникала необходимость частичной перекомпоновки устройства программного управления, т. е. замены одних типов измерительных модулей на другие. Например, замена модуля дискретного ввода сигналов электроконтактного манометра на измерительный модуль аналогового ввода сигнала 4...20 мА аналогового датчика давления; замена измерительного модуля ввода сигналов термопары на измерительный модуль ввода сигналов термометров сопротивления.

В соответствии с требованиями действующей нормативной документации для реализации каждой такой замены пользователь должен был приглашать представителя органа государственной метрологической службы и производить поверку ПЛК TREI-5B-xx до истечения срока межповерочного интервала. Если же изменение конфигурации и замена измерительного модуля в контроллере TREI-5B-xx была произведена ночью, то предприятие было вынуждено привлекать для поверки специалистов и в нерабочее время. Следует отметить, что устройства TREI-5B-xx использовались на объектах повышенной опасности (взрывоопасных объектах) и системах коммерческого учета нефтепродуктов, поэтому за соблюдением всех требований по обязательной поверке следили не только органы Госстандарта, но и органы Госгортехнадзора.

Принимая во внимание пожелания потребителей, все настроечные коэффициенты измерительных каналов были перенесены из ПЛК TREI-5B-xx непосредственно в измерительные модули. Сертификат об утверждении типа средств измерений был получен не на контроллер, а на измерительные модули TREI-5B-M, обладающие самостоятельными метрологическими характеристиками.

Указанные меры позволили потребителю самостоятельно (без присутствия представителя органа государственной метрологической службы) производить перекомпоновку контроллеров TREI-5B-xx, связанную с заменой измерительных модулей TREI-5B-M, поскольку каждый

из используемых для замены измерительных модулей имеет собственное свидетельство о поверке.

Контроллеры сер. TREI-5B-xx монтируются в специальных конструктивах – шкафах фирмы RIT-TAL. Взаимодействие контроллеров TREI-5B-xx с другими устройствами осуществляется по стандартным последовательным интерфейсам Ethernet 10/100, IRDA, RS-232C, RS-485, ИРПС.

В целом, контроллеры сер. TREI-5B и составляющие их модули измерительные TREI-5B-M предназначены как для модернизации парка имеющихся на предприятиях средств измерений, так и для построения вновь проектируемых автоматизированных систем контроля и управления ТП, систем коммерческого учета энергоресурсов.

Контроллеры TREI-5B с 1995 г. широко применяются на многих предприятиях нефтехимии, газопереработки, энергетики, металлургии, горнодобывающей, химической промышленности и в других отраслях для построения АСУ отдельными объектами и целыми производственными системами. Многообразие типов модулей TREI-5B-M требует применение ряда эталонов (В1-12, Р3003, Р3026 и др.) для проведения их поверки. С целью снижения затрат потребителей на приобретение дорогостоящих эталонов и автоматизацию поверки измерительных модулей TREI-5B-M в настоящее время ведутся работы по созданию калибратора напряжения, тока, сопротивления (встроенного в ПЛК TREI-5B-xx), позволяющего заменить указанные эталоны.

Номенклатура выпускаемых модулей постоянно расширяется, характеристики модулей улучшаются (по требованию потребителей). По вопросам разработки новых и доработки выпускаемых модулей обращайтесь по адресу [trei@sura.ru](mailto:trei@sura.ru).

*Данилов Александр Александрович – д-р техн. наук, зам. директора ПЦСМ Госстандарта РФ,  
Рогов Сергей Львович – генеральный директор,  
Степанов Александр Александрович – вед. специалист ООО "ТРЭИ ГМБХ".  
Контактный телефон в г. Пенза (8412) 55-58-90.*