

## Комплексы телемеханики "Телеканал-М2" с прямым вводом измерений переменного тока

Д.Б. Вольский, А.П.Нестеров, И.О.Павлов, И.В. Теплинский  
(ЗАО "Системы связи и телемеханики")

В 2004 г., руководствуясь требованиями РАО "ЕЭС России" по сокращению издержек и техническому перевооружению объектов электроэнергетики, ЗАО "Системы связи и телемеханики" (ЗАО "ССТ") разработало и приступило к серийному производству комплексов телемеханики "Телеканал-М2" с прямым вводом измерений переменного тока, имеющих класс точности 0,2, а для активной энергии – 0,2S. Представлены их технические характеристики и конструктивные особенности.

### Измерения электрических параметров

Существующие методы измерения электрических параметров тока, напряжения, мощности и энергии в электросетях и на энергообъектах уже не могут удовлетворять современным требованиям рыночных отношений между потребителями и поставщиками электроэнергии.

Использование устаревших аналоговых средств измерений электрических параметров, имеющих большое число промежуточных преобразований и, как следствие, недостаточную точность, приводит к экономическим потерям как хозяйствующих субъектов-потребителей, так и энергоснабжающих предприятий. Кроме того, низкая точность и достоверность данных измерений приводит к снижению качества работы энергосистемы в целом.

Существенного снижения погрешности измерения тока, напряжения, мощности и энергии можно достигнуть:

- использованием измерительных трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН) класса точности 0,2S;
- снижением нагрузки на ТТ и ТН путем полного отказа от использования пассивных измерительных преобразователей (ИП) тока, напряжения, мощности и индукционных счетчиков, и переходом на средства измерений с меньшим потреблением мощности от измерительных цепей ТТ и ТН;
- использованием универсальных устройств, объединяющих функции измерения всех электрических параметров и учета электроэнергии;
- повышением точности измерений и расчетов до класса 0,2 и 0,2S за счет соответствующих технических средств, не использующих промежуточные преобразования.

Комплексным подходом к решению задачи по повышению точности измерений является применение устройств телемеханики с прямым вводом измерений переменного тока, объединяющих функции измерительных преобразователей электрических параметров, счетчиков и аппаратуры сбора и передачи информации в диспетчерские пункты.

### Прямой ввод измерений переменного тока

Классический канал измерений и учета (рис. 1) включает: первичные измерительные ТТ и ТН, ИП тока (I), напряжения (U) и мощности (P, Q), счетчики активной и реактивной энергии (W) прямого и об-

ратного направления, устройство контролируемого пункта телемеханики (КП ТМ), устройство сбора и передачи данных системы коммерческого учета энергии (УСПД АСКУЭ).

Такая схема имеет ряд недостатков, среди которых:

1. низкая точность измерений, приводящая к потерям мощностей и недоучету энергии;
2. перегрузки измерительных цепей ТН вследствие подключения большого числа различных измерительных приборов;
3. потери полезного сигнала, а также наводки паразитных токов и напряжений на длинные соединительные линии между устройствами измерительного канала;
4. увеличение погрешности измерений при искаженных (несинусоидальных) токах нагрузки.

В измерительном канале с прямым вводом (рис. 2) измерение электрических величин переменного тока и напряжения и расчет производных параметров осуществляется непосредственно устройством КП ТМ. Такой подход позволяет повысить точность измерений, увеличить число измеряемых и вычисляемых параметров присоединений при снижении нагрузки на ТТ и ТН, упростить мероприятия, связанные с поверкой и эксплуатацией измерительного оборудования.

Повышение точности измерений обеспечивается за счет:

- отказа от промежуточных преобразований измерительных сигналов (0...5, -5...5, 4...20 мА);
- снижения потребляемой мощности от измерительных цепей ТТ и ТН;
- более качественной цифровой обработки результатов измерений;
- компенсации систематических и дополнительных погрешностей в измерительном канале.

Построение измерительного канала на современных устройствах телемеханики с измерительными входами переменного тока класса 0,2 совместно с высокоточными измерительными ТТ и ТН класса 0,2 уменьшит основные погрешности измерений, сведя их до значений 0,35...0,50%, что позволит:

- производить более достоверные расчеты балансов в электросетях и энергосистемах;
- добиться более оптимального режима работы энергообъектов;
- обоснованно наметить мероприятия по снижению потерь энергии;

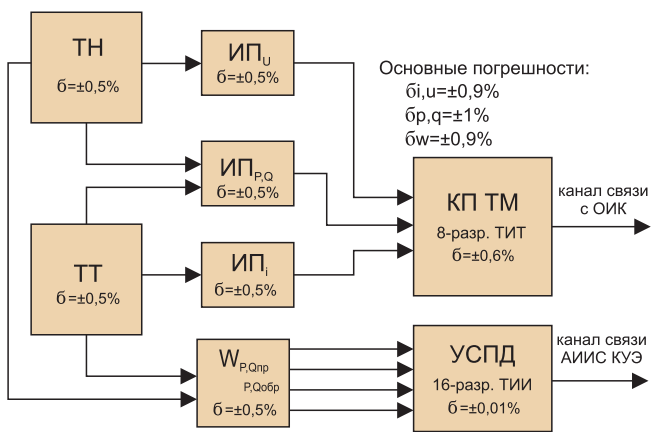


Рис. 1. Схема классического канала измерений

- существенно улучшить работу систем учета;
- уменьшить финансовые потери из-за недоучета отпускаемой энергии.

**Измерительный комплект КИПП-1**

Непосредственное подключение измерительных цепей трансформаторов тока ТТ и напряжения ТН к комплексу "Телеканал-М2" обеспечивается измерительным комплектом КИПП-1 (рис. 3).

Измерительный комплект параметров присоединений КИПП-1 используется в составе комплекса устройств телемеханики "Телеканал-М2" для обеспечения измерений и расчетов электрических параметров переменного тока, а также учета электроэнергии.

В состав комплекта КИПП-1 входят: блок измерительных трансформаторов DU01A (рис. 4), модуль аналогового ввода DE01A и соединительный шлейф. Измерительные цепи ТТ и ТН подключаются к входам блока DU01A. В блоке измерительные токи согласуются со входами АЦП модуля DE01A (рис. 5).

В узлах блока DU01A применены специальные материалы и элементная база, которые обладают стабильными характеристиками и малыми внутренними потерями, обеспечивая высокую точность преобразования сигналов с требуемой погрешностью во всем рабочем диапазоне аппаратуры.

Модуль аналогового ввода DE01A является функциональным модулем "Телеканал-М2". В одном устройстве "Телеканал-М2" могут быть размещены до четырех модулей DE01A. В модуле DE01A происходит аналогово-цифровое преобразование мгновенных значений токов и напряжений. Для уменьшения влияния температуры на результаты АЦП в DE01A предусматривается температурная компенсация, учитываемая при дальнейших расчетах электрических параметров.

Сигнальный процессор модуля DE01A производит накопление ин-



Рис. 4. Блок измерительных трансформаторов DU01A

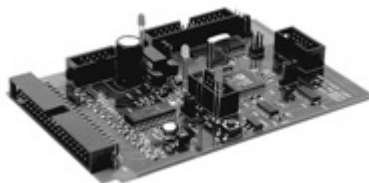


Рис. 5. Модуль аналогового ввода DE01A

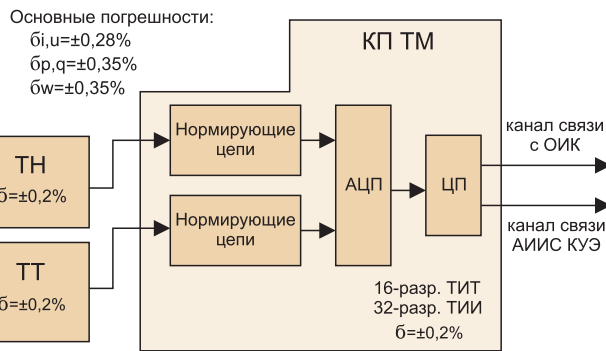


Рис. 2. Схема измерительного канала с прямым вводом

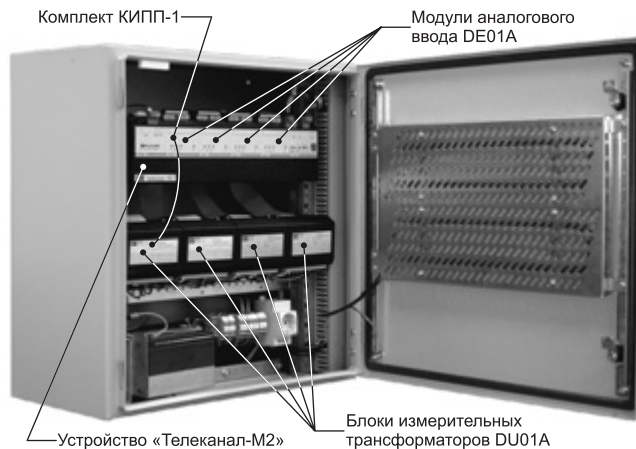


Рис. 3

формации о значениях входных величин за 10 периодов и вычисление действующих значений токов и напряжений, симметричных составляющих тока и напряжения, полной, активной и реактивной мощности, коэффициентов мощности, частоты сети, а также накопление (подсчет) активной и реактивной энергии в прямом и обратном направлениях.

Результаты измерений и вычислений передаются в модуль процессора (DP02A, DP03A, DP04A, DR01A) устройства "Телеканал-М2" по внутренней системной шине. Также модуль DE01A передает в процессор устройства "Телеканал-М2" служебную информацию, среди которой: признак переполнения счетчиков, отсутствие сигналов на входах, неисправность узлов DE01A или DU01A, выход за пределы рабочего диапазона измерений (ток или напряжение меньше номинала, перегрузка по току или напряжению).

Алгоритмы преобразований и расчетов, а также поправочные коэффициенты для расчетов определяются внутренней программой модуля DE01A, устанавливаемой при начальной калибровке комплекта КИПП-1. В модуле предусмотрен порт программирования для изменения внут-

Таблица 1. Модификации комплекта КИПП-1

Наименование модификации	Входы по току		Входы по напряжению		Мощность активная и реактивная, Вт
	Число	Номинал, А	Число	Номинал, В	
КИПП-С-330-5/100	3	5	3	100	3x500
КИПП-С-330-5/57,7				57,7	3x288,5
КИПП-С-220-5/100			2	100	2x500
КИПП-С-330-1/100	3	1	3		3x100
КИПП-С-330-1/57,7			57,7	3x57,7	
КИПП-С-220-1/100	2		100	2x100	
КИПП-С-420-5/100	4	5			2x2x500
КИПП-С-420-1/100		1			2x2x100
КИПП-А-601-5/100	6	5	1*		-
КИПП-А-330-5/100	3		3		
КИПП-А-330-5/57,7			57,7		
КИПП-А-601-1/100	6	1	1*	100	-
КИПП-А-330-1/100	3		3		
КИПП-А-330-1/57,7			57,7		

\* – используется для измерения частоты

ренной программы, а также разъем для испытания КИПП-1 (поверки метрологических характеристик).

ЗАО "ССТ" выпускает широкую линейку модификации комплекта КИПП-1 различные по функциональному назначению (С – "счетчик" и А – "амперметр"), по числу входных каналов тока и напряжения, и их номинальным значениям. Перечень производимых модификаций КИПП-1, их технические характеристики и сведения об измеряемых параметрах приведены в табл. 1, 2 и 3 соответственно.

Комплект КИПП-1 выполнен в соответствии с требованиями ТУ 4232-002-35534442-2001 (технические условия на изделие "Телеканал-М2"), ГОСТа 22261-94 (Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия), ГОСТа 14014-91 (Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний), ГОСТа 30206-94 (МЭК 687-92. Статические счетчики Ватт-часов активной энергии переменного тока классы точности 0,2S и 0,5S) и ГОСТа 26035-83 (Счетчики электрической энергии переменного тока электронные. Общие технические условия).

**Комплексы телемеханики "Телеканал-М2" с прямым вводом**

Прямой ввод измерений переменного тока является качественно новой ступенью развития комплекса "Телеканал-М2", который представляет собой универсальный и многофункциональный комплекс устройств телемеханики. Его надежность подтверждается успешной эксплуатацией на многих предприятиях энергетики и промышленности. Комплекс сертифицирован

Таблица 2. Технические характеристики комплекта КИПП-1

Характеристики	Мин.	Тип.	Макс.
Номинальное значение тока $I_n$ , А	–	1 и 5	–
Рабочий диапазон измеряемых токов, А	0,01 $I_n$	–	1,2 $I_n$
Номинальное значение напряжения $U_n$ , В	–	57,7 и 100	–
Рабочий диапазон измеряемых напряжений, В	0,15 $U_n$	–	1,2 $U_n$
Перегрузочная способность каналов тока, А	–	3 $I_n$ – длительно	20 $I_n$ – в течение 2x0,5 с
Гальваническая развязка входов тока и напряжения переменного тока промышленной частоты в течение 1 мин, В	–	–	2000
Гальваническая развязка входа канала измерения частоты переменного тока промышленной частоты в течение 1 мин, В	–	–	1500
Сопротивление изоляции цепей питания, МОм	–	20	–
Класс точности измерения действующих значений тока и напряжения	–	0,2	–
Класс точности измерения активной энергии	–	0,2S	–
Время хранения данных об учетной энергии (в составе устройства "Телеканал-М2"), сут	–	–	1100
Межповерочный интервал, лет	–	6	–
Наработка на отказ одного ИПП-1 (в составе устройства "Телеканал-М2"), ч	–	90000	–
Полный средний срок службы (в составе устройства "Телеканал-М2"), лет	–	12	–
Потребляемая мощность входных каналов тока, Вт	–	–	0,2
Потребляемая мощность входных каналов напряжения ( $U_n=100$ В), Вт	–	–	0,25
Потребляемая мощность канала измерения частоты ( $U_n=100$ В), Вт	–	–	1,5

Таблица 3. Измеряемые параметры модификациями комплекта КИПП-1

Наименование параметра	Приведенная погрешность, %	Соответствие ГОСТ	Соответствие модификациям											
			КИПП-С-330-5/100	КИПП-С-330-5/57,7	КИПП-С-220-5/100	КИПП-С-330-1/100	КИПП-С-330-1/57,7	КИПП-С-220-1/100	КИПП-С-420-5/100	КИПП-С-420-1/100	КИПП-А-601-5/100	КИПП-А-330-5/100	КИПП-А-601-1/100	КИПП-А-330-1/100
Действующее значение тока $I_d$	0,2	ГОСТ 22261-94 ГОСТ 14014-91	✓											
Действующее значение напряжения $U_d$			–	✓	–	✓	–	–	–	–	–	–	–	–
Симметричные составляющие тока $I_1, I_2, I_0$	0,5	ГОСТ 22261-94 ГОСТ 13109-97	–											
Симметричные составляющие напряжения $U_1, U_2, U_0$			–	✓	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Полная мощность S	0,4	ГОСТ 22261-94	–											
Активная мощность P			✓											
Реактивная мощность Q			–											
Коэффициент мощности $\cos(\varphi)$	не нормируется		–	✓	–	✓	–	–						
Активная энергия $W_p$	–	ГОСТ 30206-94 (МЭК 687-92) для класса 0,2S	–											
Реактивная энергия $W_q$			✓											
Частота сети F	0,01	ГОСТ 22261-94 ГОСТ 13109-97	✓											

для применения в энергетике и внесен в Госреестр средств измерений России.

За разработку комплекса телемеханики "Телеканал-М2" с прямым вводом измерений переменного тока ЗАО "ССТ" – единственное предприятие среди разработчиков и производителей систем телемеханики и средств диспетчерского контроля и управления – заняло призовое место в конкурсе инноваций на выставке "Электрические сети России-2004" (ВВЦ, Москва) и награждено Дипломом ВВЦ.

Комплексы телемеханики "Телеканал-М2" с прямым вводом измерений переменного тока применяются в составе:

- автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) в качестве устройства, объединяющего функции КП телемеханики, измерительных преобразователей, канального адаптера и конвертера протоколов;
- автоматизированных информационно-измерительных систем (АИИС или АСКУЭ) коммерческого и технического учета электроэнергии в качестве устройства сбора и передачи данных совмещенного с функциями измерительных преобразователей и счетчиков энергии.

*Основные функции устройств и комплексов телемеханики "Телеканал-М2":*

- сбор, хранение и передача на диспетчерские пункты (ДП) различных уровней данных телесигнализации ТС (дискретных параметров) и телеизмерений ТИ (текущих и интегральных);
- прием с ДП, передача исполнителем устройствам и контроль исполнения команд телеуправления (ТУ) и телерегулирования (ТР);
- ретрансляция в ДП в режиме "прозрачного канала" произвольной телеметрической информации;
- измерение и расчет различных электрических параметров при прямом подключении измерительных ядер ТТ и ТН на объектах без использования измерительных преобразователей и счетчиков энергии;
- учет электроэнергии.

В комплексе "Телеканал-М2" реализованы самодиагностика исправности узлов, модулей и блоков, а также обмен служебной информацией с ДП.

ЗАО "ССТ" предлагает готовые, полностью сконфигурированные и функционально законченные устройства и комплексы "Телеканал-М2" базовых модификаций с прямым вводом измерений различного исполнения и информационной емкости.

*Особенности базовых устройств и комплексов "Телеканал-М2" с прямым вводом:*

- измерение большого числа параметров: токов, напряжений, мощностей, энергий и частоты по каждому присоединению;
  - расширенный рабочий диапазон измерений "вниз" (при недогрузке) по току (0,01...1,2 In) и напряжению (0,15...1,2 Un);
  - основные приведенные погрешности измерения тока и напряжения  $\pm 0,2\%$ , полной, активной и реактивной мощностей –  $\pm 0,4\%$ , частоты тока в сети –  $\pm 0,01\%$ ;
  - учет активной электроэнергии по классу точности 0,2S, реактивной энергии – по классу точности 0,5;
  - существенное уменьшение нагрузки на измерительные цепи (меньше присоединений) при том же числе измеряемых параметров;
  - совместимость с различными ТТ (1 А, 5 А) и ТН (57,7 В, 100 В);
  - перегрузочная способность каналов тока – до 20 In, гальваноразвязка – до 2 кВ;
  - различные схемы включения в линии и сети, т.е. множество комбинаций входов по току и напряжению;
  - большой межповерочный интервал – 6 лет;
  - многоуровневая защита функции телеуправления;
  - встроенные часы РВ с синхронизацией по каналу связи;
  - регистрация событий в памяти устройств с метками времени;
  - встроенная система автономного резервного питания от аккумуляторной батареи;
  - ПО для конфигурирования в комплекте поставки.
- Технические характеристики базовых модификаций КП ТМ "Телеканал-М2" с прямым вводом измерений переменного тока представлены на сайте и в каталоге компании. Устройства и комплексы "Телеканал-М2" поставляются в сборе, комплектуются модулями реле ТУ, компакт-диск с ПО и эксплуатационной документацией, интерфейсным кабелем и папортом.

Также ЗАО "ССТ" изготавливает устройства и комплексы "Телеканал-М2", отличающиеся от базовых: информационной емкостью, числом каналов связи (модемов), протоколами обмена, комплектацией измерительными блоками, обеспечивающими безыскаженное подключение поверочной аппаратуры, конструктивным исполнением и др.

*Вольский Дмитрий Богданович – главный инженер, Нестеров Александр Павлович – главный специалист, Павлов Игорь Олегович – ведущий инженер-программист, Теплинский Игорь Валерьевич – заместитель директора по маркетингу и рекламе ЗАО "Системы связи и телемеханики".*

*Контактные телефоны/факс: (812) 531-13-68, 532-59-48.  
E-mail: cts@infopro.spb.ru http://www.cts.spb.ru*