

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ
В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 621.317.7

ЩИТОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ
И СИЛЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ

© 2021 г. Ю. А. Андреев, С. Ю. Буров, Ю. А. Кремзуков

Поступила в редакцию 28.06.2021 г.
После доработки 09.07.2021 г.
Принята к публикации 10.07.2021 г.

DOI: 10.31857/S003281622106015X

Щитовые измерители активно применяются в автоматизированных системах управления технологическими процессами в энергетике, металлургии, химической, пищевой и других отраслях промышленности и народного хозяйства в качестве устройств сбора, обработки, представления и передачи данных.

Существующие отечественные и зарубежные приборы этого типа во многих случаях отстают от современных тенденций в развитии средств обработки и представления информации и в том числе обладают невысокой точностью, не превышающей в основном 0.1%. В то же время микроэлектронная промышленность предлагает широкий спектр преобразователей аналоговых сигналов в

цифровые, а использование современной микропроцессорной техники позволяет создавать высокотехнологичные цифровые приборы, обеспечивающие максимальную автоматизацию измерений при одновременном обеспечении высокой точности [1–3].

В НИИ автоматики и электромеханики ТУСУР [4] был разработан точный щитовой прибор для измерения постоянного тока и напряжения, имеющий расширенный набор интерфейсов передачи данных. Блок-схема прибора приведена на рис. 1.

Прибор состоит из двух модулей. В модуле измерения используется 24-разрядный сигма-дель-

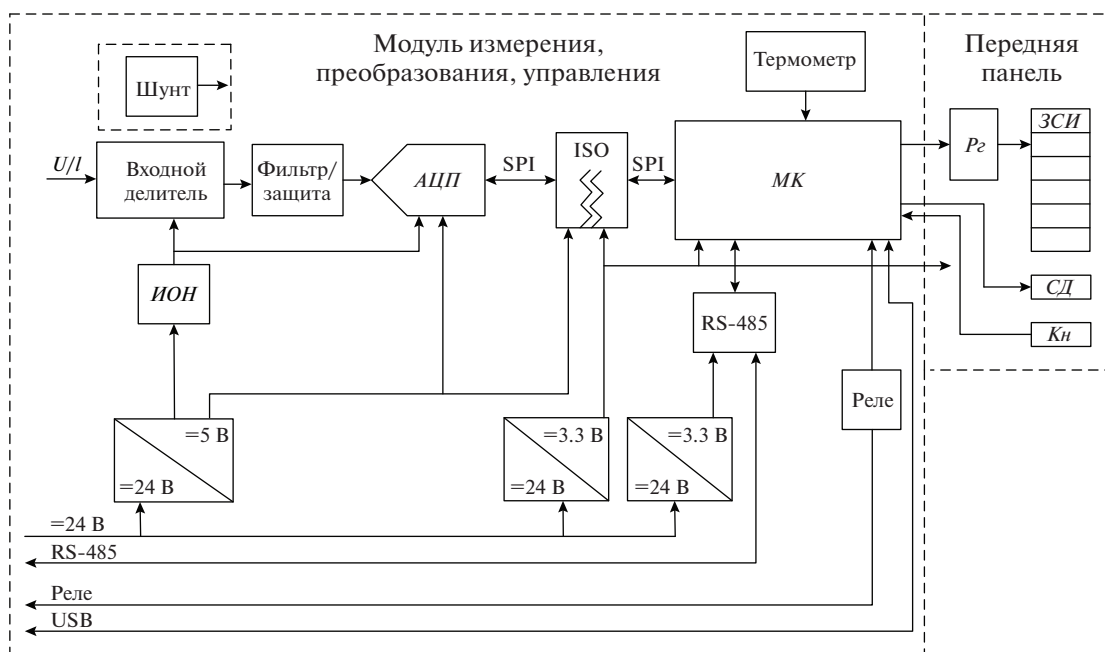


Рис. 1. Блок-схема щитового прибора. АЦП – аналого-цифровой преобразователь, ИОН – источник опорного напряжения, ЗСИ – знаковинтезирующие индикаторы, Кн – кнопки, МК – микроконтроллер, Рг – регистр, СД – светодиод; ISO – galvanic isolation (гальваническая развязка), SPI – Serial Peripheral Interface (последовательный периферийный интерфейс).

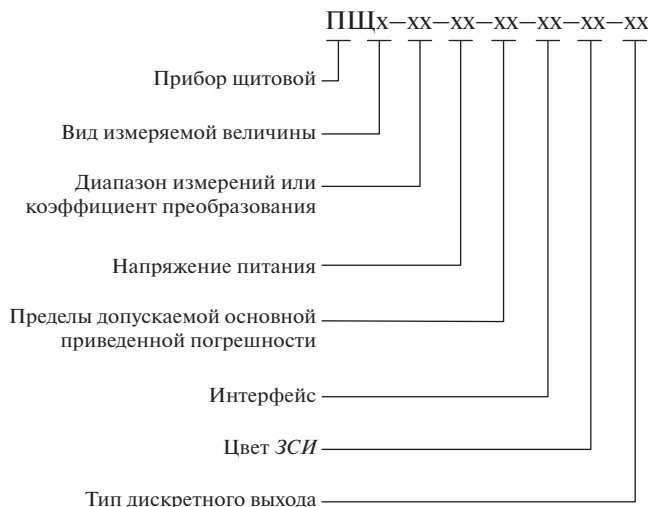


Рис. 2. Код условного обозначения прибора.

та аналого-цифровой преобразователь (*АЦП*) со встроенным программируемым дифференциальным усилителем. Для достижения высоких точностных характеристик использован внешний источник опорного напряжения с температурным коэффициентом $3 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$, а также резисторы с малым температурным коэффициентом сопротивления во входном делителе-преобразователе входного сигнала в дифференциальный сигнал.

В состав прибора также входят:

- микроконтроллер (*МК*) с термометром для корректировки показаний при изменении температуры в интервале $10\text{--}35^\circ\text{C}$;

- передняя панель, на которой размещены: знаковинтезирующие индикаторы (*ЗСИ*) с числом десятичных разрядов, равным шести, и с высотой знака 14.22 мм ; светодиодные индикаторы для отображения режимов работы прибора; многофункциональные кнопки управления для программирования или изменения режимов работы прибора;

- интерфейс связи RS-485 с гальванической изоляцией;

- преобразователи для питания схем прибора, позволяющие совместно с изолятором ISO SPI-интерфейса на выходе *АЦП* гальванически разделить цепи и снизить помехи в процессе измерения.

Прибор функционирует в одном из следующих режимов:

- измерения;
- программирования (настройки и просмотра параметров);
- прошивки (обновления) программного обеспечения;
- аварийном.

Режим измерения является основным эксплуатационным режимом прибора, в котором прибор отображает результат измерения на *ЗСИ*, управляет дискретным выходом в соответствии с заданным алгоритмом и передает информацию по интерфейсным каналам.

Режим программирования предназначен для редактирования программируемых параметров прибора и может быть активирован тремя способами: 1) при отключенном питании подключением прибора к персональному компьютеру через интерфейс USB; 2) через интерфейс RS-485, используя регистры управления; 3) с помощью интерактивного меню команд посредством кнопок, расположенных на передней панели.

Режим прошивки п.о. (программного обеспечения) предназначен для обновления внутреннего п.о. прибора через USB-интерфейс.

Аварийный режим активируется в случае, если внутреннее п.о. определит, что нормальная работа прибора по каким-либо причинам невозможна. В этом режиме на знаковинтезирующем индикаторе отображается код возникшей ошибки.

Приборы имеют различные исполнения. Информация об исполнении прибора приведена в коде условного обозначения, приведенном на рис. 2.

Вид измеряемой величины: А – постоянный ток, В – напряжение постоянного тока.

Диапазон измерений напряжения: 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 750 В. Диапазон измерения тока с внутренним шунтом 1, 2 А. С внешним шунтом с выходным напряжением 60, 75, 100, 150 мВ.

Номинальное напряжение питания прибора: 5, 12, 24, 48 В.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности прибора при измерении напряжения 0.01% , при измерении тока – 0.02% (без учета погрешности шунта при внешнем его подключении) в рабочем диапазоне температур $+10\text{...}+35^\circ\text{C}$.

Интерфейс прибора соответствует: R – RS-485, протокол обмена данными MODBUS RTU.

Цвет *ЗСИ* прибора соответствует: К – красный, З – зеленый, О – оранжевый.

Тип дискретного выхода прибора соответствует: Р – реле, Т – транзистор (открытый коллектор), С – симистор.

Внешний вид прибора приведен на рис. 3.

Прибор является однопредельным, с автоматическим определением полярности измеряемого сигнала и возможностью автоматического определения положения точки, разделяющей целую и дробные части числа, имеет меню команд управления режимами измерения. Управление и настройка режимов может осуществляться двумя способами:



Рис. 3. Внешний вид прибора.

– через интерфейс RS-485 с использованием специальной программы-конфигуратора;

– с использованием кнопок, расположенных на передней панели прибора.

Опытная партия приборов прошла все испытания в соответствии с ГОСТ 14014-91 [5]. Приборы щитовые цифровые электроизмерительные ПЩА,

ПЩВ внесены в Госреестр СИ РФ № 81748-21, срок действия свидетельства до 05.05.2026 [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Раннев Г.Г., Суругина В.А., Калашников В.И., Тарасенко А.П., Нефедов С.В. Информационно-измерительная техника и электроника: учебник для студентов вузов. М.: Издательский центр “Академия”, 2006.
2. Атамалаян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин: учебное пособие для вузов. М.: Дрофа, 2005.
3. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Измерительные приборы и массовые электронные измерения. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2007.
4. www.niiaem.tomsk.ru
5. ГОСТ 14014-91. Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний.
6. www.fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4/items/1387992

Адрес для справок: Россия, 634034, Томск, ул. Белинского, 53, НИИ автоматики и электромеханики Томского университета автоматизированных систем управления и радиоэлектроники. E-mail: info@niiaem.tomsk.ru, aem@tusur.ru