

**Модуль ввода  
унифицированных сигналов  
тока  
ТПТС55.1661**

# Назначение

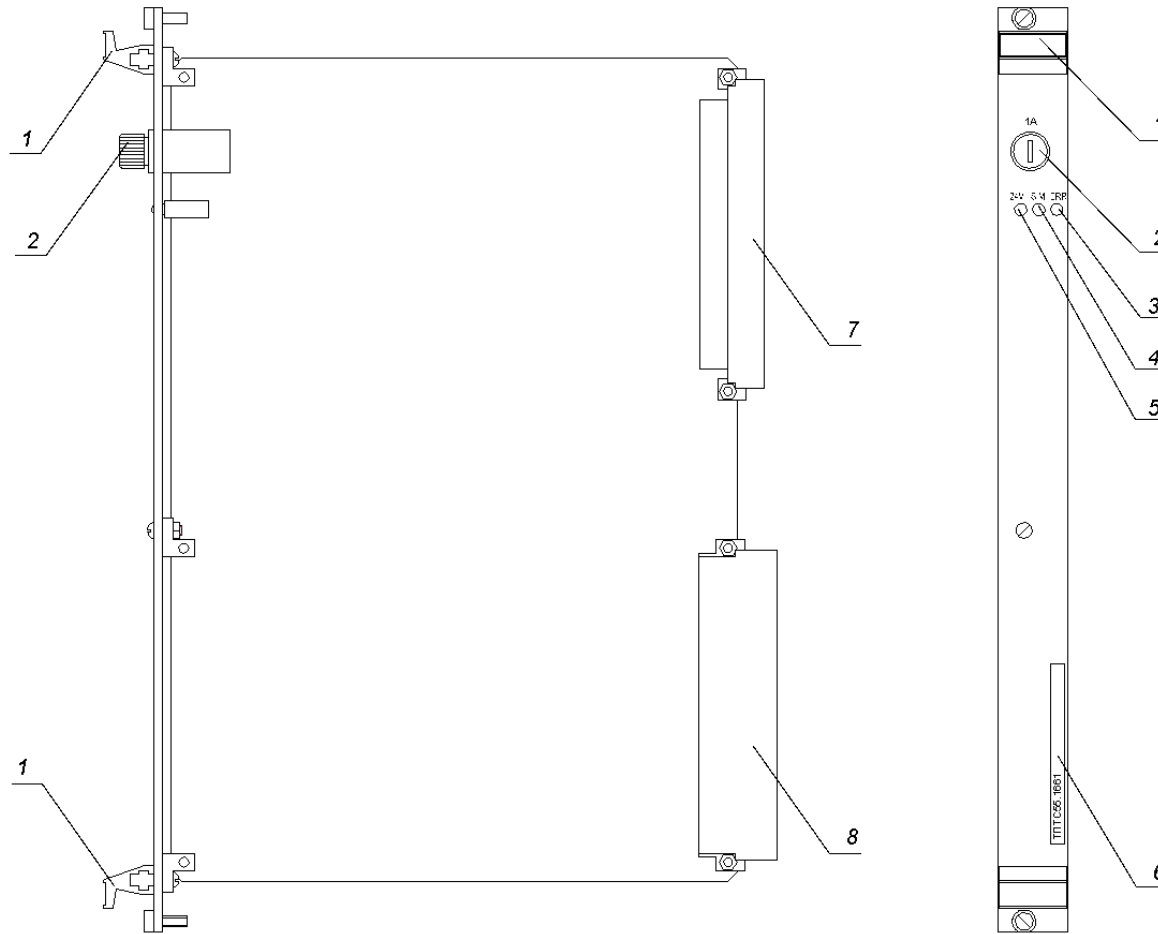
Модуль ввода унифицированных сигналов тока ТПТС55.1661 предназначен для работы в составе комплекса средств автоматизации ТПТС-НТ. Модуль осуществляет измерение унифицированных сигналов тока, преобразование результатов измерений в значения измеряемых аналоговых параметров, передачу полученных значений измеряемых аналоговых параметров в процессор автоматизации (ПА).

Модуль выполняет следующие функции:

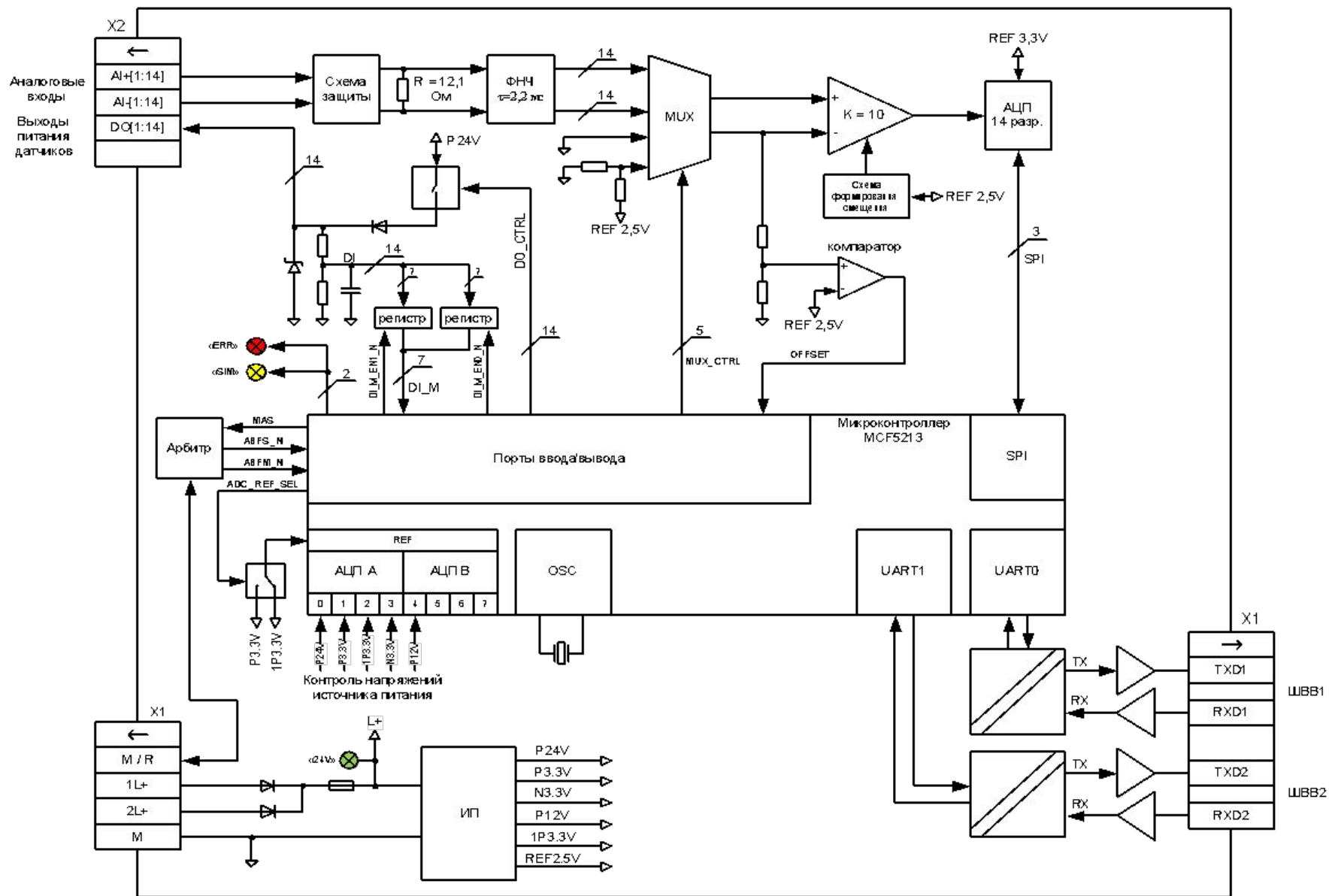
- измерение до 14 унифицированных сигналов тока в диапазонах 0...20 мА и 4...20 мА;
- фильтрация измеренных сигналов тока;
- преобразование измеренных значений сигналов тока в значения измеряемых аналоговых параметров;
- питание датчиков.

Модуль допускает работу в резервированном режиме.

# Конструкция модуля ТПТС55.1661



- 1 – ручки; 5 – светодиод «24V» (зеленый);  
2 – держатель предохранителя; 6 – маркировка модуля;  
3 – светодиод «ERR» (красный); 7 – соединитель X1 (вилка, 32 контакта);  
4 – светодиод «SIM» (желтый); 8 – соединитель X2 (вилка, 48 контактов)



**Структурная схема модуля**

В состав модуля входят:

14 каналов приема унифицированных сигналов тока, включающие:

- прецизионный резистор для преобразования входного тока в напряжение ( $R = 12,1 \text{ Ом}$ );
- схему защиты входа от перенапряжений, предназначенную для ограничения входного тока и защиты прецизионного резистора от выхода из строя при замыкании входа модуля на источник +24 В;
- фильтр нижних частот (с постоянной времени равной 2,2 мс) для подавления помех в измеряемом сигнале;
- мультиплексоры, служащие для подключения одного из 14-ти каналов к цепи измерения;
- дифференциальный усилитель, обеспечивающий смещение и усиление входного сигнала;
- 14-ти разрядный аналогово-цифровой преобразователь;
- компаратор, осуществляющий контроль превышения допустимого значения синфазного напряжения на входе канала;
- микроконтроллер (МК) со встроенными Flash-ПЗУ, ОЗУ, АЦП, портами ввода/вывода, тактовым генератором, последовательными приемо-передатчиками, контроллером SPI, выполняющий программное управление работой модуля в соответствии с записанным в него встроенным программным обеспечением (ВПО);
- переключатель опорного напряжения встроенного АЦП микроконтроллера;
- 14 выходов питания датчиков, имеющих защиту от короткого замыкания на цепь M;
- схемы контроля состояния выходов питания датчиков, в состав которых входят делители напряжения, фильтры и буферные регистры;
- схема-арбитр, используемая для организации работы модуля в резервированной конфигурации;
- схема гальванической развязки и формирователи сигналов шин ввода/вывода;
- источник питания, вырабатывающий все необходимые для работы модуля напряжения;
- светодиодные индикаторы состояния модуля.

В основе измерений лежит циклическое преобразование аналоговых входных сигналов тока в цифровой вид. Для измерения тока в 14-ти каналах используется мультиплексор. С помощью мультиплексора одна и та же измерительная цепь поочередно подключается к входным каскадам активных каналов на время, необходимое для проведения измерения в данном канале. При этом период измерения по всем каналам зависит от числа активных каналов.

Входные каскады содержат прецизионный измерительный резистор ( $R = 12,1 \text{ Ом}$ ), схему защиты входов и фильтр нижних частот с постоянной времени равной 2,2 мс.

Измерительная цепь состоит из дифференциального усилителя и 14-разрядного АЦП. Для возможности измерения отрицательного тока используется положительное смещение выходного напряжения дифференциального усилителя.

Значения кодов АЦП передаются в микроконтроллер по интерфейсу SPI. В микроконтроллере осуществляется преобразование кода АЦП в значение тока, контроль полученного значения, цифровая фильтрация, преобразование значения тока в значение измеряемого аналогового параметра.

В модуле предусмотрен контроль синфазной составляющей входного напряжения. Под синфазной составляющей входного напряжения понимается напряжение на входе AI- относительно цепи M. Контроль осуществляется с помощью компаратора, один из входов которого через мультиплексор циклически подключается к входам AI- модуля. На второй вход компаратора подается опорное напряжение, определяющее верхнюю границу допустимого значения синфазного напряжения. Сигнал логической «1» на выходе компаратора свидетельствует о превышении допустимого значения синфазной составляющей входного напряжения в текущем канале.

Для питания датчиков непосредственно от выходов модуля напряжение питания модуля L+ через ключи подается на выходы DO модуля. Ключ позволяет отключить подачу напряжения на выход DO[i] (индекс «i» – номер канала) при питании датчика от внешнего источника. Ключ также выполняет функцию аппаратной защиты выходов модуля от короткого замыкания на цепи L+ и M. Для продления срока службы ключей дополнительно используется программная защита выходов модуля от короткого замыкания на цепь M. В основе программной защиты лежит контроль напряжений на выходах питания с помощью циклического обратного чтения. При обнаружении короткого замыкания на цепь M ключ выхода размыкается, подача питания на данный выход прерывается. Восстановление напряжения питания на выходе питания датчика происходит не более чем через 30 с после устранения короткого замыкания на цепь M.

# Прием и обработка унифицированных сигналов тока

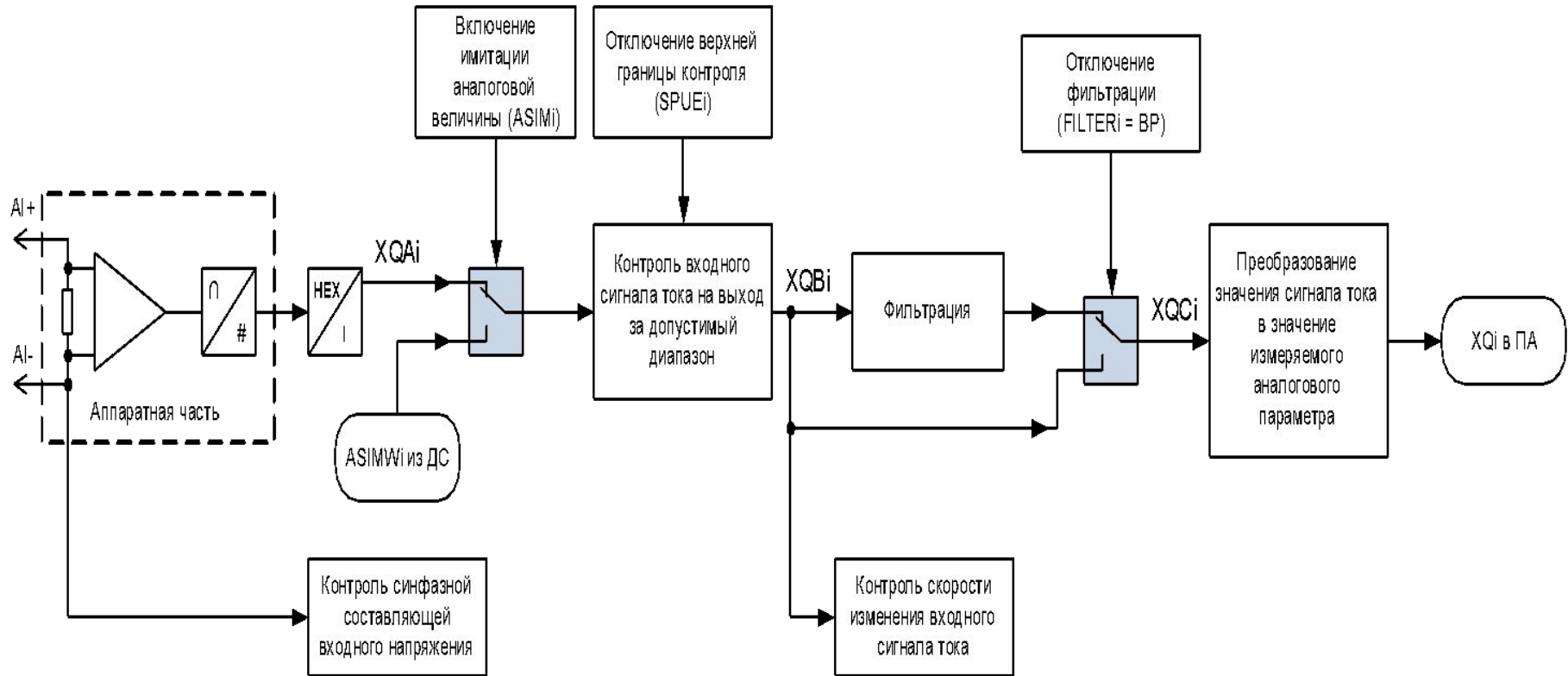
Алгоритм приема и обработки унифицированного сигнала тока выполняет следующие функции:

- аналогово-цифровое преобразование сигнала тока, поступающего на аппаратный вход модуля;
- диагностика неисправностей датчика и цепей подключения датчика;
- фильтрация измеренного сигнала тока;
- имитация входного сигнала тока;
- линейное преобразование значения сигнала тока в значение измеряемого аналогового параметра;
- формирование признака недостоверности полученного значения измеряемого аналогового параметра;
- сигнализация неисправностей.

Прием по каждому каналу осуществляется независимо. Настройка каналов производится также независимо. Настройка осуществляется путем пересылки в модуль двоичных и аналоговых настроечных параметров алгоритма из процессора автоматизации.



## Функциональная схема приема и обработки унифицированных сигналов тока



$ASIMWi$  – имитируемое значение входного сигнала, мА;  
 $XQA_i$  – значение входного сигнала, мА;  
 $XQB_i$  – прошедшее контроль значение входного сигнала, мА;  
 $XQC_i$  – фильтрованное значение входного сигнала, мА;  
 $XQi$  – значение измеряемого аналогового параметра

# Диагностика неисправностей датчика и внешних цепей

## **Контроль синфазной составляющей входного напряжения**

При приеме унифицированного сигнала тока в каждом канале производится контроль синфазной составляющей входного напряжения. Если значение синфазной составляющей входного напряжения превышает 10 В, то формируется сигнал превышения допустимого значения синфазного напряжения на входе канала – UCMi. Сигнал UCMi снимается, если значение синфазной составляющей входного напряжения уменьшится до уровня менее 10 В.

Поскольку превышение синфазной составляющей напряжения на входе канала допустимого значения 10 В приводит к невозможности проведения достоверных измерений в данном канале, то при формировании сигнала UCMi формируется также и сигнал канальной ошибки KFi.

## Контроль входного сигнала на выход за диапазон

При обработке результата измерения в модуле производится контроль значения входного сигнала  $XQ_{Ai}$  на выход за допустимый диапазон  $[WA_i; WE_i]$ . Значения границ контроля по умолчанию зависят от диапазона входного сигнала.

### Значения границ контроля по умолчанию

Обозначение диапазона входного сигнала	Диапазон входного сигнала	Нижняя граница контроля, $WA$	Верхняя граница контроля, $WE$
DZ	От 0 мА до 20 мА	- 2 мА	22 мА
LZ	От 4 мА до 20 мА	2 мА	22 мА

Имеется возможность работы с пользовательскими значениями границ контроля.

### Допустимые значения пользовательских границ контроля

Диапазон входного сигнала	Нижняя граница контроля, $WA$	Верхняя граница контроля, $WE$
DZ	$- 2,5 \text{ мА} \leq WA_i \leq WE_i$	$WA_i \leq WE_i \leq 22,5 \text{ мА}$
LZ	$- 2,5 \text{ мА} \leq WA_i \leq WE_i$	$WA_i \leq WE_i \leq 22,5 \text{ мА}$

Значение входного сигнала  $XQ_{Ai}$  (или имитируемое значение входного сигнала  $ASIMW_i$ ) сравнивается со значениями границ контроля  $WA_i, WE_i$ . При выходе  $XQ_{Ai}$  ( $ASIMW_i$ ) за указанные границы формируется один из двух сигналов неисправности: «Показание канала меньше допустимого» (сигнал  $KBUG_i$ ), «Показание канала больше допустимого» (сигнал  $KBOG_i$ ). Формирование любого из сигналов  $KBUG_i, KBOG_i$  приводит к формированию сигнала канальной ошибки  $KFi$ .

Имеется возможность отключения верхней границы контроля с помощью параметра  $SPUE_i$ . Если параметр  $SPUE_i$  сформирован равным логической «1», то логика формирования сигнала  $KBOG_i$  блокируется.

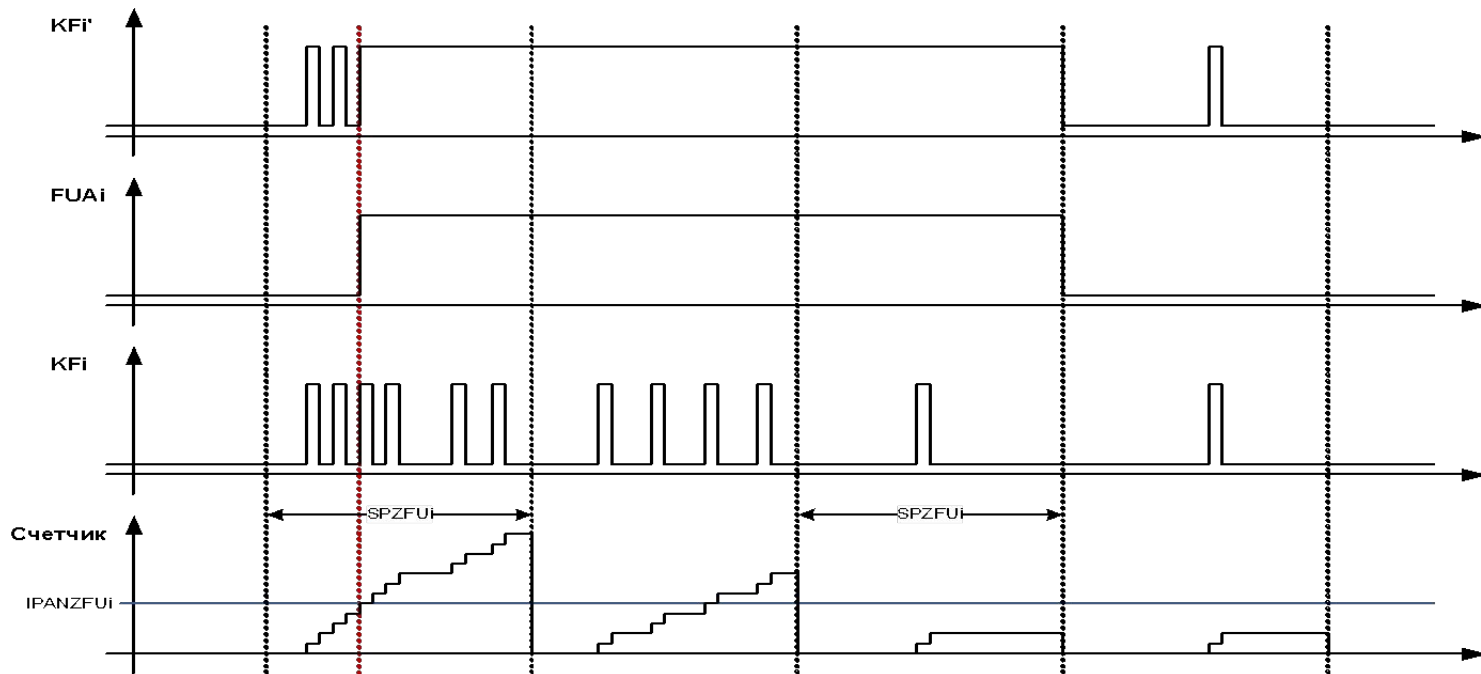
## Контроль перемежающейся неисправности канала

В основе контроля лежит подсчет количества формирований и уходов сигнала канальной ошибки  $KFi$  на последовательных промежутках времени, длительность которых задается в параметре «Время подавления перемежающейся неисправности» ( $SPZFUi$ ).

Если число формирований и уходов сигнала канальной ошибки за время контроля превысит пороговое значение  $IPANZFU_i$  («Допустимое количество изменений значения сигнала канальной ошибки»), то формируется сигнал  $FUA_i$ . Сигнал  $FUA_i$  снимается в конце очередного интервала контрольного времени при условии, что на данном интервале число изменений сигнала  $KFi$  не превысило значение  $IPANZFU_i$ .

При формировании канального сигнала  $FUA_i$  формируется общий на модуль сигнал перемежающейся неисправности  $FUAS$ .

Контроль позволяет осуществить подавление избыточной сигнализации при неисправности канала, имеющей неустойчивый характер (перемежающейся неисправности). Логика подавления заключается в использовании для сигнализации производного сигнала  $KFi'$ , являющегося логической суммой сигналов  $KFi$  и  $FUA_i$ .



# Контроль скорости изменения входного сигнала

Алгоритм приема и обработки аналогового сигнала обеспечивает возможность контроля скорости изменения входного сигнала тока.

Включение контроля в канале модуля осуществляется установкой значения двоичного параметра «Включение контроля скорости изменения» (параметр SCi) в логическую «1». По умолчанию контроль отключен (значение параметра равно «0»).

Скорость изменения входного сигнала тока определяется как отношение разности двух значений тока, измеренных через заданный интервал времени, к величине этого интервала.

Интервал времени, на котором вычисляется скорость изменения входного сигнала, задается значением аналогового параметра «Интервал времени для контроля скорости» (параметр TIME\_GRi).

Предельное значение скорости задается значением аналогового параметра VEL\_GRi. Если абсолютное значение рассчитанной скорости превосходит значение, заданное пользователем в параметре VEL\_GRi, то формируется сигнал «Недопустимо быстрое изменение сигнала в канале» (KVOGi).

## Фильтрация

Аналоговый сигнал XQBi, прошедший контроль неисправности канала, поступает на вход логики фильтрации, которая преобразует его в сигнал «Фильтрованное значение входного сигнала» (XQCi).

По умолчанию программная фильтрация отключена. Для включения фильтрации в канале при определении канала необходимо задать один из четырех возможных типов фильтров в параметре FILTER («Тип фильтрации») и значения параметров данного фильтра

Программный фильтр	Значение параметра «Тип фильтрации» FILTER	Параметр типового программного фильтра	Название параметра типового программного фильтра	Размерность параметра
Фильтрация отключена	BP	-	-	-
Адаптивный фильтр	ADP	LF	Граничная частота	Гц
Линейный фильтр	PT	PTT	Постоянная времени	с
Нелинейный фильтр	NF	RDBN	Размер зоны нечувствительности	% от диапазона
		NFC1	Коэффициент линейного звена	-
		NFC2	Коэффициент нелинейного звена	-
		NFT	Опорное значение постоянной времени интегрирования	с
Переключательно-линейный фильтр	PTVT	PTA	Амплитуда помехи	% от диапазона
		PTT0	Постоянная времени для фильтрации в границах помехи	с
		PTT1	Постоянная времени для фильтрации за границами помехи	с

# Имитация

Алгоритм приема и обработки унифицированных сигналов тока обеспечивает возможность имитации значений токов, поступающих на аппаратные входы модуля.

Управление имитацией осуществляется с помощью входного сигнала ASIMi, формируемого в диагностической станции. Для включения имитации необходимо установить значение сигнала ASIMi в логическую «1», для отключения – в логический «0».

При имитации на вход алгоритма приема и обработки унифицированных сигналов вместо сигнала «Действующее на аппаратном входе значение» (XQAi) поступает сигнал «Имитируемое значение» (ASIMWi). Имитируемое значение ASIMWi задается с помощью ДС.

Включение имитации оказывает влияние на логику контроля неисправности датчика и внешних цепей. При включенной имитации сигнал «Канальная ошибка» (KFi) формируется, если сформирован хотя бы один из сигналов «Показание канала меньше допустимого» (KBUGi), «Показание канала больше допустимого» (KBOGi), «Свободный вход канальной ошибки» (FEKFi). Формирование канальной ошибки по сигналу «Синфазное напряжение превышено» (UCMi) блокируется.

При включении имитации первичный прием сигнала тока, поступающего на аппаратный вход модуля не прекращается. «Действующее на аппаратном входе значение» (сигнал XQAi) доступно для наблюдения средствами ДС.

При работе СПМ в резервированном режиме команды включения/отключения режима имитации и изменения имитируемого значения, поступающие от ДС, выполняются как основным, так и резервным СПМ.

# Питание датчиков

Включение формирования питающего напряжения с аппаратного выхода модуля производится с помощью двоичного параметра «Питание датчика» (параметр LPGi). При установке значения этого параметра в логическую «1» на аппаратном выходе модуля будет сформировано питающее напряжение. Установка значения этого параметра в логический «0» отключает формирование питающего напряжения (это значение параметра является значением по умолчанию).

При работе модуля в резервированном режиме и питании датчиков от выходов модуля по умолчанию осуществляется параллельное питание. Это означает, что оба модуля резервированной пары формируют питающее напряжение, поступающее на питающий вход датчика параллельно.

Параллельное питание может быть отключено для каждого канала в отдельности. Для этого в модуле предусмотрен двоичный параметр «Отключение параллельного питания» (параметр PLPGi). При установке этого параметра в логическую «1» питающее напряжение формируется только на аппаратном выходе основного модуля, в то время как аппаратный выход резервного модуля находится в неактивном состоянии.

Активные выходы питания датчиков не отключаются при переводе модуля в режим «Блокировки выполнения функции» (остановке выполнения алгоритма приема и обработки сигналов тока с формированием сигнала BSP).



# Диагностика неисправностей в цепях питания датчиков

При работе модуля в нерезервированном режиме осуществляется диагностика короткого замыкания выхода питания на цепь М и аппаратной неисправности выхода питания типа «обрыв ключа». При обнаружении неисправности формируется канальный сигнал «Падение питающего напряжения канала» (ABUSi).

В случае устойчивой неисправности выход питания датчика программно переводится в неактивное состояние для защиты внутренних цепей модуля. Каждая повторная попытка выдачи питающего напряжения (переключение выхода питания в активное состояние) для проверки восстановления исправного состояния внешней цепи происходит через 30 секунд после предыдущей. Ранее сформированный при обнаружении неисправности питания сигнал ABUSi сбрасывается, если после формирования на аппаратном выходе модуля питающего напряжения обратное чтение не выявило несоответствия. Таким образом, модуль автоматически определяет факт восстановления исправности цепей питания датчика.

При работе модуля в резервированном режиме с параллельным питанием датчиков диагностика позволяет обнаружить неисправность типа «замыкание на М». Функционирование модуля в данном случае такое же, как и при работе модуля в нерезервированном режиме.

Для диагностики ошибок монтажа, а также неисправности выходов питания датчиков резервного модуля типа «обрыв ключа» основной модуль каждые 30 минут переводит один из своих выходов в неактивное состояние на короткое, но достаточное для контроля, время. Падение напряжения питания на данном выходе во время контроля будет свидетельствовать о неисправности параллельного питания датчика: «обрыв ключа» у резервного модуля или ошибка монтажа. При этом в основном модуле формируется сигнал потери параллельного питания датчика в  $i$ -ом канале (LOPF $_i$ ). Канальный сигнал LOPF $_i$  приводит к формированию суммарного сигнала потери параллельного питания датчика LOPF. В случае аппаратной неисправности резервного модуля типа «обрыв ключа» резервный модуль в результате контроля на короткое время сформирует сигнал ABUS $_i$ .

При работе модулей в резервированном режиме с отключенным параллельным питанием датчиков (питающее напряжение выдается только основным СПМ), диагностика выполняется так же, как и при работе модулей в нерезервированном режиме.

## Самодиагностика модуля

В процессе работы модуля ВПО осуществляет непрерывный контроль работоспособности отдельных функциональных узлов модуля. При обнаружении неисправностей функциональных узлов формируются соответствующие сигналы неисправностей, приведенные в таблице

Сигнал неисправности	Описание
FEEPROM	неисправность ПЗУ МК
FIOBUS	неисправность интерфейса ШВВ
FRAM	неисправность оперативной памяти
MRBGF	неисправность аппаратного интерфейса резервирования
RVSF0	неисправность источника опорного напряжения M
RVSF2V5	неисправность источника опорного напряжения REF_2.5V
SPIF	неисправность SPI
VSFP12	неисправность источника P12V
VSFP24	неисправность источника P24V
VSFP3V3	неисправность источника P3.3V
VSF1P3V3	неисправность источника 1P3.3
VSFN3V3	неисправность источника N3.3V
WDT	неисправность аппаратного «сторожа»

Сигналы неисправностей функциональных узлов являются общими для модуля. Неисправность части узлов влечет за собой невозможность функционирования СПМ. В этом случае в модуле формируется сигнал «Неработоспособность модуля» (BGA). Неисправность другой части узлов приводит к частичной потере работоспособности модуля с сохранением возможности выполнять основную функцию – измерение. В этом случае в модуле формируется сигнал «Неисправность модуля» (BGF).

# Контроль связи с ПА

В процессе работы модуля ВПО осуществляет контроль наличия связи с ПА. Поскольку обмен данными с ПА осуществляется через ИМ, то потеря связи с ПА может быть зафиксирована на уровне ИМ. В этом случае значение признака FOK в телеграммах циклического чтения от ИМ будет установлено в логическую «1». Потеря связи также фиксируется в случае превышения времени тайм-аута при приеме очередной телеграммы от ИМ.

В обоих случаях в модуле формируется сигнал потери связи с ПА – LOC. При возобновлении нормального обмена с ПА сигнал LOC сбрасывается.

## Признак недостоверности

Каждое значение измеряемого аналогового параметра ( $XQ_i$ ) на выходе алгоритма приема и обработки аналогового сигнала сопровождается признаком недостоверности ( $NV_i$ ) полученного измеренного значения. Если признак недостоверности сформирован равным логической «1», то измеренное значение считается недостоверным. Если признак недостоверности сформирован равным логическому «0», то измеренное значение считается достоверным.

Признак недостоверности  $NV_i$  формируется (устанавливается в логическую «1»), когда сформирован хотя бы один из сигналов: «Неисправность канала» (сигнал  $M5_i$ ) или «Неработоспособность модуля» (сигнал  $BGA$ ). При уходе сигнала, послужившего причиной формирования признака недостоверности, признак недостоверности снимается с задержкой на время, заданное параметром «Задержка снятия недостоверности измерения» (параметр  $NVT_i$ ). Параметр  $NVT_i$  задается в секундах, его значение по умолчанию равно 30.

Недостоверное измеренное значение может не соответствовать значению сигнала тока на аппаратном входе модуля из-за неисправностей канала или модуля в целом. Недостоверное измеренное значение не должно использоваться пользовательскими алгоритмами в ПА для принятия решений.

## Ламповая сигнализация СП-модуля

	Модуль основной			Модуль резервный		
	24B	SIM	ERR	24B	SIM	ERR
1. BGA	●	○	●	●	●	●
2. BGF	●	○	◐	●	●	◐
3. KFV, OR, OS	●	○	◐	●	●	◐
4. Имитация ASIM, BSIM	●	◉	○	●	●	○
5. Блокировка структуры пользователя BSP	●	◐	○	●	◐	○
6. Параметрирование (первые 2 с после параметрирования)	●	◑	○	●	◑	○
7. Нормальная работа без неисправностей	●	○	○	●	●	○

Пояснение, по значкам используемое в таблице:



- отсутствие свечения лампы



- мигание лампы с частотой 8 Гц



- мигание лампы с частотой 2 Гц



- мигание лампы с частотой 0,5 Гц



- постоянное свечение лампы

### Обмен данными с процессором автоматизации

В процессе работы ПА циклически обменивается информацией с модулем. Период цикла обмена задается в ПА при параметрировании. Модуль принимает от ПА команды управления и входные сигналы. Модуль передает в ПА значения измеряемых аналоговых параметров и диагностическую информацию.

Сигнал	Маркер ПА	Описание
BGA	-	неработоспособность модуля
BGF	-	неисправность модуля
BSP	-	блокировка выполнения функции
FUAS	-	обобщенный сигнал перемежающейся неисправности
M5	-	обобщенный сигнал неисправности канала
M6	-	обобщенный сигнал имитации входного сигнала
KFV	-	обобщенная логически обработанная канальная ошибка
NVi	ES,x,y,10*i	признак недостоверности
KFVi	ES,x,y,10*i+1	логически обработанная канальная ошибка
KVOGi	ES,x,y,10*i+2	недопустимо быстрое изменение сигнала в канале
KBUGi	ES,x,y,10*i+3	показание канала меньше допустимого
KBOGi	ES,x,y,10*i+4	показание канала больше допустимого
FUAi	ES,x,y,10*i+5	перемежающаяся неисправность канала
ASIMi	ES,x,y,10*i+6	имитация входного сигнала
UCMi	ES,x,y,10*i+6	синфазное напряжение превышено
LOPFi	ES,x,y,10*i+7	неисправность параллельного питания датчика
M5i	-	неисправность канала

### Аналоговые сигналы, передаваемые из модуля в ПА

Сигнал	Маркер ПА	Сигнал СВБУ	Описание
XQi	EAS,x,y,10*i+1	AA,1	значение измеряемого аналогового параметра

### Двоичные сигналы, передаваемые из ПА в модуль

Сигнал	Маркер ПА	Описание
FEKFi	AS,x,y,10*i+1	свободный вход канальной ошибки

обозначения:

i – номер канала модуля (в ПА передаются канальные сигналы всех активных каналов);

x – номер СВВ, в которой расположен модуль (от 1 до 16);

y – номер модуля в СВВ (от 1 до 16).



## Общие на модуль двоичные сигналы, наблюдаемые диагностической станцией

Сигнал	Описание
BGA	неработоспособность модуля
BGF	неисправность модуля
BSP	блокировка выполнения функции
FEEPROM	неисправность ПЗУ МК
FIOBUS	неисправность интерфейса ШБВ
FRAM	неисправность оперативной памяти
MRBGF	неисправность аппаратного интерфейса резервирования
MKB	сигнал «Модуль находится в состоянии «основной»
PV	сигнал «Модуль-партнер имеется»
RVSF0	неисправность источника опорного напряжения M
RVSF2V5	неисправность источника опорного напряжения REF_2.5V
SPIF	неисправность интерфейса SPI
VSF1P3V3	неисправность источника 1P3.3V
VSN3V3	неисправность источника N3.3V
VSFP12	неисправность источника P12V
VSFP24	неисправность источника P24V
VSFP3V3	неисправность источника P3.3V
WDT	неисправность аппаратного «сторожа»

## Аналоговые сигналы, наблюдаемые диагностической станцией

Сигнал	Единицы измерения	Описание
XQAi	мА	значение входного сигнала
XQBi	мА	прошедшее контроль значение входного сигнала
XQCi	мА	фильтрованное значение входного сигнала
TAZYK	с	время цикла СПМ

Диагностическая станция позволяет осуществлять имитацию значений входных сигналов тока. Для включения режима имитации в  $i$ -ом канале в модуль должны быть переданы сигнал включения имитации  $ASIMi = 1$  и имитируемое значение  $ASIMWi$ .

Диагностическая станция позволяет считать из модуля текущие значения всех настроечных параметров модуля и каналов модуля (п. 3.3). С помощью ДС возможно изменение значений дополнительных параметров каналов модуля и восстановление проектных значений этих параметров после изменения.

# Работа в резервированном режиме

При работе в резервированном режиме входы двух модулей подключаются последовательно, а выходы питания датчиков – параллельно.

В резервированном режиме работы один из модулей является основным, а второй – резервным. В любой момент времени только один из пары резервированных модулей является основным.

ИМО поддерживает связь с обоими резервированными модулями, но передает в ПА значения измерений только от основного модуля.

Назначение состояния модуля – основной или резервный – может выполняться двумя способами:

- централизовано по команде от интерфейсного модуля;
- автономно, без команды от ИМО при возникновении критической неисправности основного модуля.

В первом случае назначение состояний модулей осуществляется исходя из наличия и значимости неисправностей модулей. Если оба модуля исправны, то может происходить циклическое изменение состояний модулей с периодом ~24 часа, служащее для проверки исправности модулей.

Во втором случае смена мастерства происходит при следующих неисправностях основного модуля:

- перегорание предохранителя;
- формирование сигнала неработоспособности модуля (BGA);
- потеря связи с ПА (сигнал LOC).

Информация о смене состояний модулей передается в ИМО с помощью диагностических сообщений.

Для синхронизации изменения состояний резервированных модулей и обеспечения наличия только одного основного модуля используются линия связи M/R между модулями и схема-арбитр в каждом из модулей.

## Основные технические характеристики

Число входов сигнала тока	14
Входное сопротивление	Не более 50 Ом
Максимальное напряжение на входах модуля относительно опорного потенциала М	10 В
Диапазоны измерений входного сигнала тока	От 0 до 20 мА; От 4 до 20 мА
Диапазон показаний входного сигнала тока	От -2,5 до 22,5 мА
Разрешение АЦП	14 бит
Предел основной <sup>1)</sup> приведенной <sup>2)</sup> погрешности	Не более 0,20 %
Предел дополнительной температурной приведённой <sup>1)</sup> погрешности	Не более 0,010 %/°С
Число выходов питания датчиков	14
Выходное напряжение выходов питания датчиков	Не менее ( $U_{L+} - 2,0$ ) В
Максимальный выходной ток выходов питания датчиков	0,2 А
Минимальный ток срабатывания защиты выходов питания датчиков	От 0,2 до 1,2 А
Период цикла измерения входных сигналов	Не более 10 мс
Средняя наработка между отказами при T=55 °С	Не менее 203000 ч
<p><sup>1)</sup> В диапазоне температур от 10 до 45 °С; <sup>2)</sup> К верхнему пределу диапазона измерений.</p>	

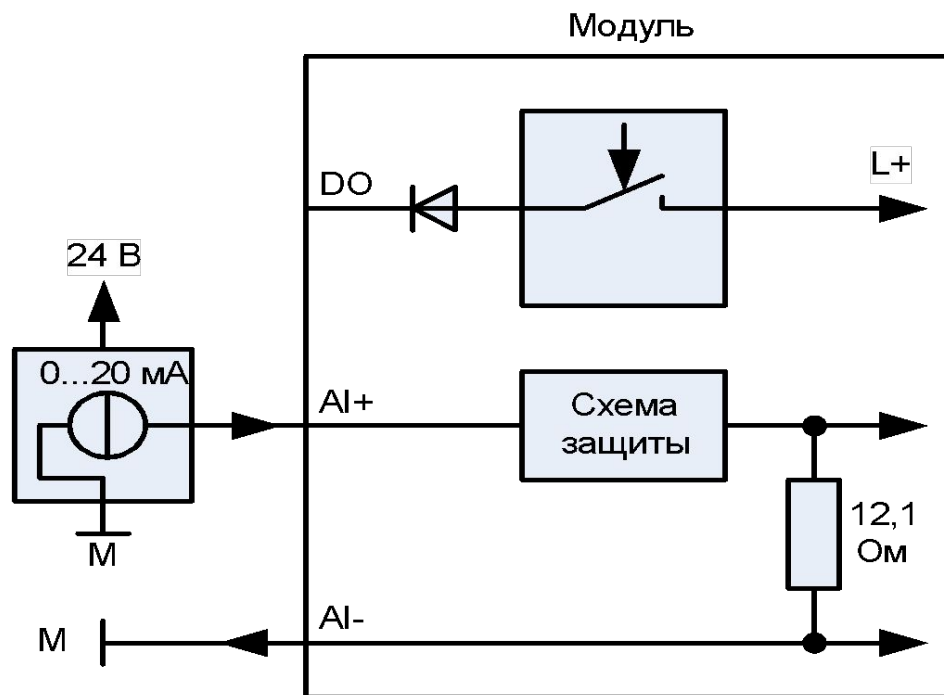
## Дополнительные технические характеристики

Диапазон рабочих температур	От 1 до 55 °С
Климатическое исполнение ПС, в составе которой применяется модуль	УХЛ4 УХЛ4.1 УХЛ4.2
Напряжение питания модуля $U_{L+}$ (относительно цепи М)	От 19 до 30 В
Допускаемая максимальная длительность провалов напряжения питания	10 мс, период повторения не менее 1 с; Выходной ток на время провала прерывается
Предохранитель модуля	1 А
Потребляемый модулем ток при отключенных входах и выходах	Не более 0,08 А
Допускаемый максимальный ток, отдаваемый в нагрузку всеми выходами модуля	Не более 0,85 А
Выходной ток при замыкании выхода на цепь М	от 0,2 до 1,2 А
Тип интерфейса шины ввода/вывода	последовательный
Скорость передачи данных по шине ввода/вывода	1 000 000 бит/с
Напряжение гальванической изоляции шины ввода/вывода	> 500 В
Масса	Не более 300 г

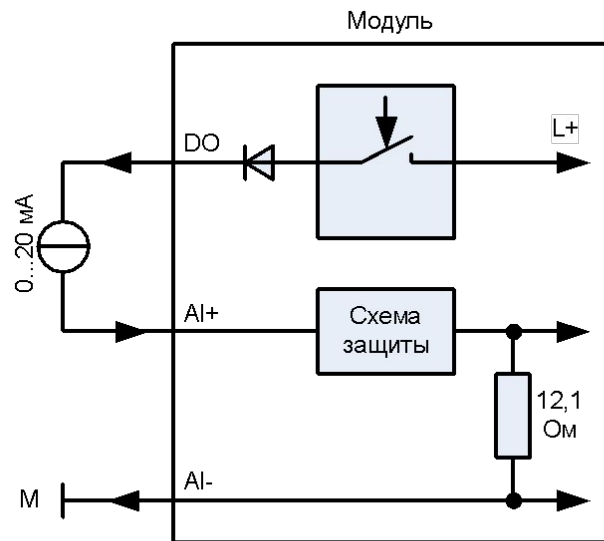
## Подключение датчика

Возможны следующие два варианта подключения датчика к модулю:

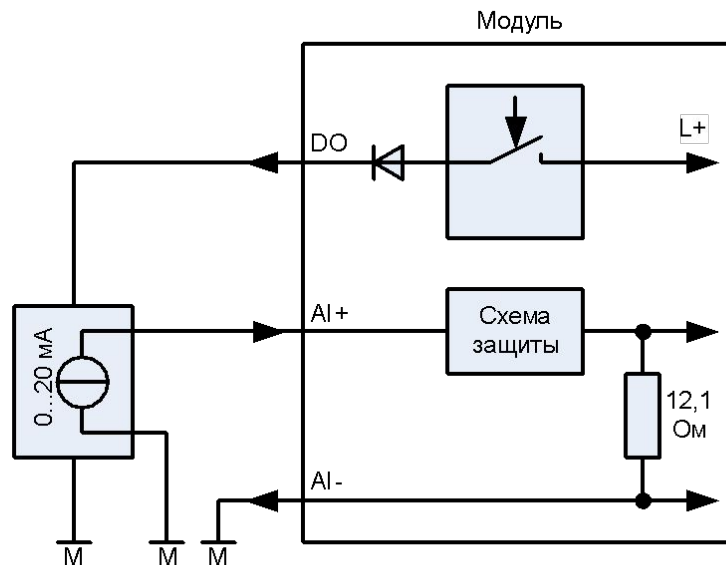
- а) датчик с питанием от модуля;
- б) датчик с автономным питанием.



**Схема подключения датчика при работе модуля в одиночном режиме и автономном питании датчика**



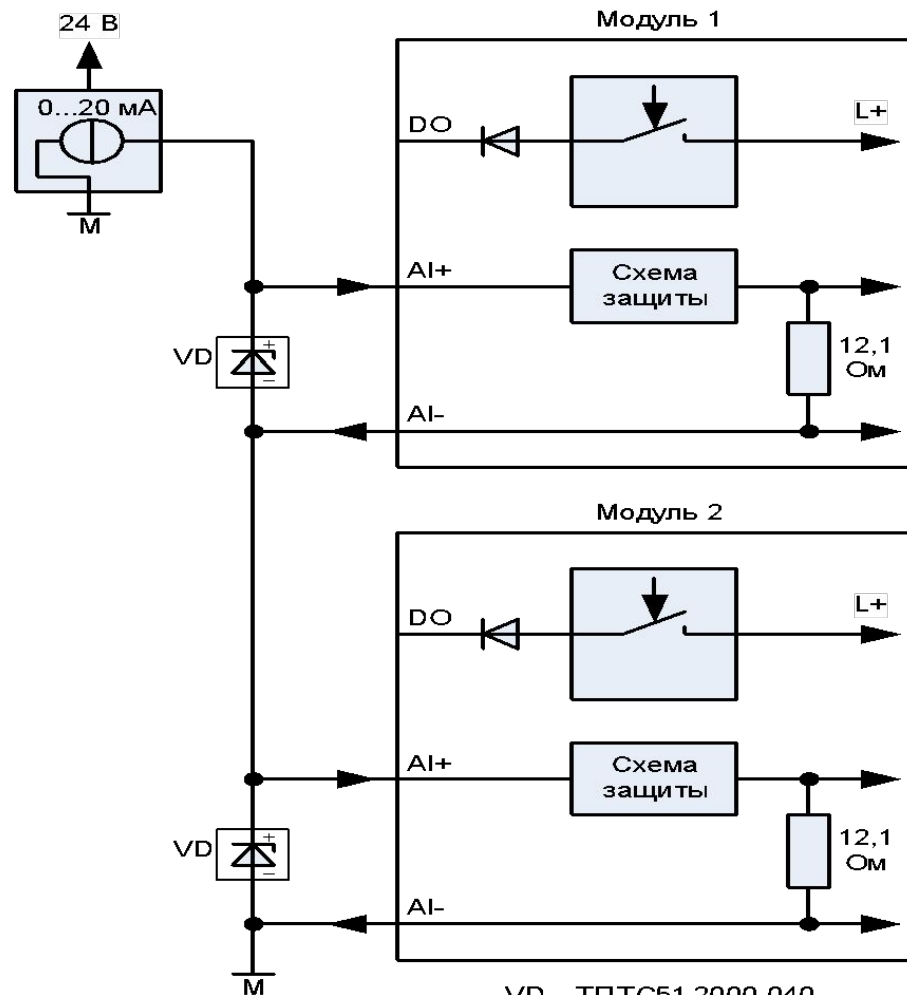
а)



б)

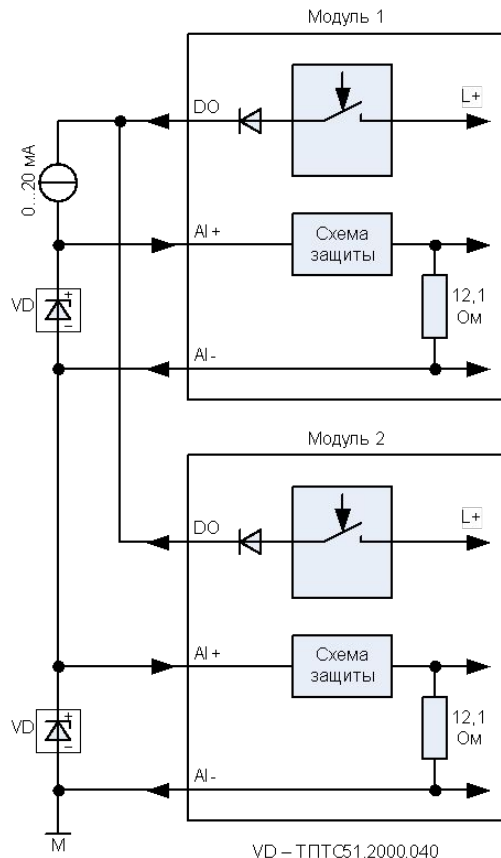
**Схемы подключения датчика при работе модуля  
в одиночном режиме и питании датчика от модуля**



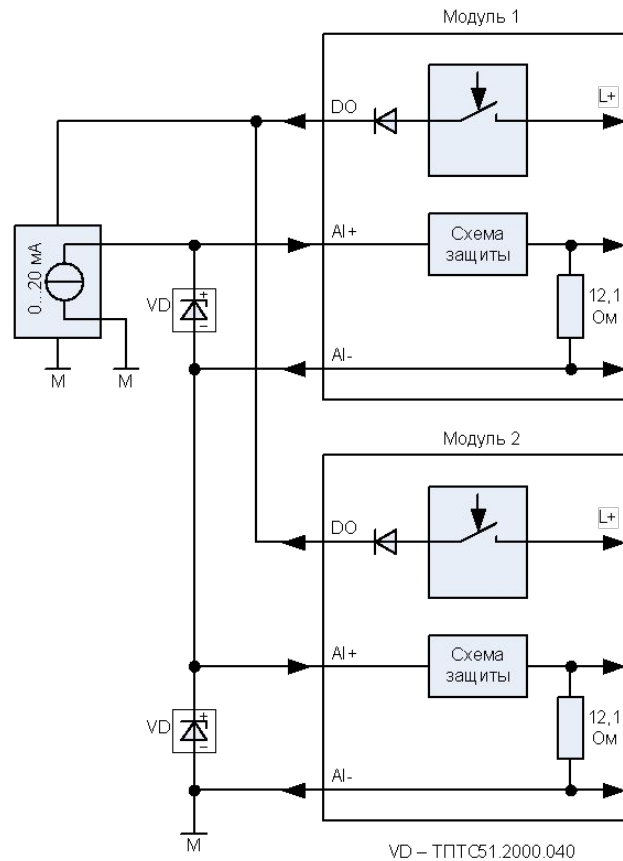


VD – ТПТС51.2000.040

**Схема подключения датчика при работе модуля  
в резервированном режиме и автономном питании датчика**



а)



б)

**Схемы подключения датчика при работе модуля  
в резервированном режиме и питании датчика от модуля**

## Параметрирование

1. Функции, выполняемые входами и выходами модуля, а также параметры этих функций определяются в прикладной программе на языке STEP-M(FM), исполняемой процессором автоматизации. Описание языка приведено в документе ТПТС55.1211 РП35 «Описание языка STEP-M(FM)».

### Объявление модуля

Для объявления модуля ТПТС55.1661 используется инструкция «YAE»:  
YAE <номер слота> <признак резервирования>

### Параметры инструкции «YAE»

Параметр	Допустимые значения	Описание
<номер слота>	От 1 до 16	номер слота СВВ, в который устанавливается модуль
<признак резервирования >	0, 1	0 – модуль используется в одиночной конфигурации; 1 – модуль используется в резервированной конфигурации (в этом случае номер слота должен быть <u>нечетным</u> ).

### Объявление канала модуля

Для определения канала модуля ТПТС55.1661 используется инструкция «AEI»:

**AEI <номер канала в ПА> <номер канала СПМ> <тип входа>**

<дополнительный параметр 1> <значение>

<дополнительный параметр 2> <значение>

...

<дополнительный параметр N> <значение>

## Основные параметры инструкции «АЕІ»

Параметр	Допустимые значения	Описание
<номер канала в ПА>	От 1 до 8192	условный номер канала в ПА
< номер канала в СПМ>	От 1 до 14	номер канала в модуле
<тип входа>	LZ, DZ	определяет диапазон входного сигнала тока, соответствующий применяемому в канале типу датчика: LZ – ток от 4 до 20 мА; DZ – ток от 0 до 20 мА.

Дополнительные параметры являются необязательными. Если дополнительный параметр не определен при конфигурации, то его значение будет принято равным значению по умолчанию. В следующих таблицах приведены списки дополнительных настроечных параметров каналов модуля.

Процесс параметрирования носит ациклический характер и активизируется при запуске пользовательской структуры в процессоре автоматизации или подаче питания на СПМ.

Если параметры, переданные от ПА в СПМ, имеют некорректный состав или некорректные значения, стандартный алгоритм приема и обработки унифицированных сигналов тока будет иметь неактивное состояние, и сформируется сигнал «Блокировка выполнения функции» (BSP).

## Символьные настроечные параметры

Параметр	Значение по умолчанию	Допустимые значения	Наименование настроечного параметра
FILTER	BP	BP, ADP, PT, NL, PTVT	тип программного фильтра

## Двоичные настроечные параметры

Параметр	Значение по умолчанию	Наименование настроечного параметра
LPG	0	включение формирования питающего напряжения для датчика
SPUE	0	отключение контроля неисправности датчика по верхней границе
SC	0	включение контроля скорости изменения показаний датчика
PLPG	0	отключение параллельного питания датчиков
DPFC	0	отключение контроля параллельного питания датчиков

## Назначение контактов соединителя X2

№ контакта	Название цепи	Назначение
d2		не используется
d4	DO[1]	Выход питания, канал 1
d6	DO[2]	Выход питания, канал 2
d8	DO[3]	Выход питания, канал 3
d10	DO[4]	Выход питания, канал 4
d12	DO[5]	Выход питания, канал 5
d14	DO[6]	Выход питания, канал 6
d16	DO[7]	Выход питания, канал 7
d18	DO[8]	Выход питания, канал 8
d20	DO[9]	Выход питания, канал 9
d22	DO[10]	Выход питания, канал 10
d24	DO[11]	Выход питания, канал 11
d26	DO[12]	Выход питания, канал 12
d28	DO[13]	Выход питания, канал 13
d30	DO[14]	Выход питания, канал 14
d32		не используется
b2		не используется
b4	AI+[1]	Аналоговый вход, канал 1 (положительный)
b6	AI+[2]	Аналоговый вход, канал 2 (положительный)
b8	AI+[3]	Аналоговый вход, канал 3 (положительный)
b10	AI+[4]	Аналоговый вход, канал 4 (положительный)

## Продолжение

b12	AI+[5]	Аналоговый вход, канал 5 (положительный)
b14	AI+[6]	Аналоговый вход, канал 6 (положительный)
b16	AI+[7]	Аналоговый вход, канал 7 (положительный)
b18	AI+[8]	Аналоговый вход, канал 8 (положительный)
b20	AI+[9]	Аналоговый вход, канал 9 (положительный)
b22	AI+[10]	Аналоговый вход, канал 10 (положительный)
b24	AI+[11]	Аналоговый вход, канал 11 (положительный)
b26	AI+[12]	Аналоговый вход, канал 12 (положительный)
b28	AI+[13]	Аналоговый вход, канал 13 (положительный)
b30	AI+[14]	Аналоговый вход, канал 14 (положительный)
b32		не используется
z2		не используется
z4	AI-[1]	Аналоговый вход, канал 1 (отрицательный)
z6	AI-[2]	Аналоговый вход, канал 2 (отрицательный)
z8	AI-[3]	Аналоговый вход, канал 3 (отрицательный)
z10	AI-[4]	Аналоговый вход, канал 4 (отрицательный)
z12	AI-[5]	Аналоговый вход, канал 5 (отрицательный)
z14	AI-[6]	Аналоговый вход, канал 6 (отрицательный)

## Продолжение

z16	AI-[7]	Аналоговый вход, канал 7 (отрицательный)
z18	AI-[8]	Аналоговый вход, канал 8 (отрицательный)
z20	AI-[9]	Аналоговый вход, канал 9 (отрицательный)
z22	AI-[10]	Аналоговый вход, канал 10 (отрицательный)
z24	AI-[11]	Аналоговый вход, канал 11 (отрицательный)
z26	AI-[12]	Аналоговый вход, канал 12 (отрицательный)
z28	AI-[13]	Аналоговый вход, канал 13 (отрицательный)
z30	AI-[14]	Аналоговый вход, канал 14 (отрицательный)
z32		не используется



Наименование настроечного параметра	Параметр	Значение по умолчанию	Диапазон возможных значений	Единицы измерения	Описание (условие применения)
Нижняя граница контроля измеренного сигнала тока	WA	DZ: -2, LZ: 2	От -2,5 до 2,5	мА	WA < WE
Верхняя граница контроля измеренного сигнала тока	WE	22	От -2,5 до 22,5	мА	
Нижняя граница значений измеряемого аналогового параметра	XA	0	float*		
Верхняя граница значений измеряемого аналогового параметра	XE	100	float*		
Время задержки снятия признака недостоверности измеренного значения	NVT	30	От 0 до 600	с	
Интервал времени для контроля скорости	TIME_GR	100	От 10 до 500	мс	
Предельное значение скорости изменения показаний	VEL_GR	0,001	От 0,0001 до 1	мА/мс	
Время подавления перемежающейся неисправности	SPZFU	10	От 1 до 600	с	
Допустимое количество изменений значения сигнала канальной ошибки	IPANZFU	5	От 2 до 1000		
Граничная частота адаптивного фильтра	LF	1	От 0 до 30	Гц	FILTER = ADP
Постоянная времени линейного фильтра	PTT	0,1	От 0,1 до 50	с	FILTER = PT
Размер зоны нечувствительности нелинейного фильтра	RDBN	0,1	От 0,1 до 25	%	FILTER = NL
Коэффициент линейного звена нелинейного фильтра	NFC1	1	От 0,01 до 1		
Коэффициент нелинейного звена нелинейного фильтра	NFC2	1	От 1 до 30		
Амплитуда помехи ПЛФ	PTA	25	От 0,1 до 25	%	FILTER = PTVT
Постоянная времени ПЛФ для фильтрации в границах помехи	PTT0	10	От 0,1 до 50	с	
Постоянная времени ПЛФ для фильтрации за границами помехи	PTT1	0,3	От 0,1 до 50	с	

\*float: от  $\pm 1,5 \times 10^{-45}$  до  $3,4 \times 10^{38}$