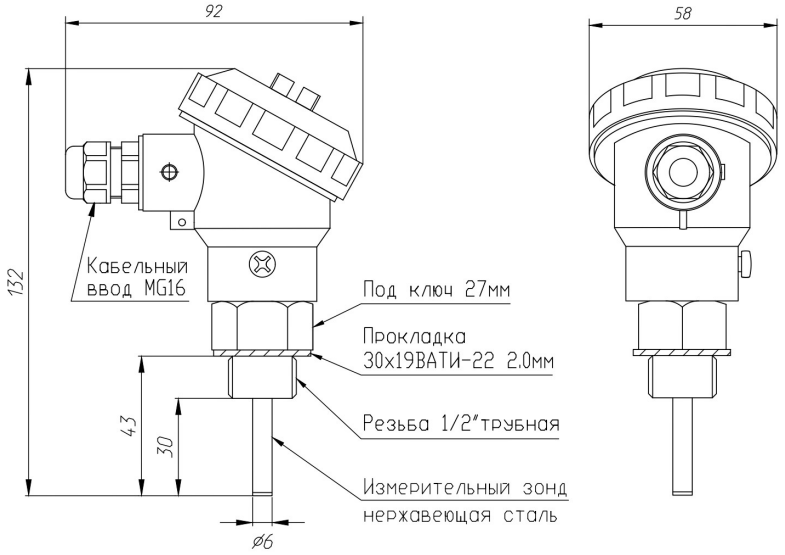
НПП Эконикс®

Датчики температуры жидкости врезные серии TF01 с выходом 4-20мА / 0-10В



- Конструктивное исполнение в виде 2-х модификаций с погружной частью 30мм и 50мм
- Размещение в посадочном месте с резьбой 1/2″, включая стандартные тройники
- Герметичная клеммная коробка IP65 со встроенной платой преобразования
- Модификации с выходным сигналом: 4-20мА / 0-10В / 0-1В (Uпит=5…24В)
- Стандартные диапазоны 0…50ºС / 0…100ºС (другие диапазоны по спецзаказу)
- Прокладка из безасбестового паронита в комплекте поставки

Применение

Датчики температуры теплоносителя серии TF01 предназначены для измерения температуры жидких сред в трубопроводных системах различного назначения.

Датчики относятся к врезному типу и могут размещаться: 1) в специально подготовленном на трубопроводе месте на основе вварной втулки с внутренней резьбой 1/2″ (датчики с длиной погружной части 30мм и 50мм) 2) в стандартных тройниках с резьбой 1/2″ из состава пластиковых или металлических трубопроводных систем (датчики с длиной погружной части 30мм).

Для фиксации датчиков на трубопроводе используется штуцер с ответной резьбой 1/2″. Для уплотнения места установки датчика используется входящая в комплект поставки прокладка из безасбестового паронита ВАТИ-22. В конструкции датчиков использована герметичная клеммная коробка из алюминиевого сплава со степенью защиты IP65 со встроенной платой преобразования в унифицированный аналоговый выходной сигнал.

Серия датчиков TF01 включает три модификации, отличающихся типом выходного сигнала: 1) с выходом 4-20мА; 2) с выходом 0-10В; 3) с выходом 0-1В. Функциональные отличия этих модификаций и их обозначение приведены в таблице 1.

Таблица 1. Функциональные отличия датчиков серии TF01

Тип датчика	Схема подключения	Напряжение питания	Допустимая длина кабеля
Датчик TF01-A с выходом 4-20мА	2-х проводная	30В ≥ Uпит ≥ 9В + 0,02А х Rн, где Rн – сопротивление нагрузки	500 м
Датчик TF01-V с выходом 0-10В	3-х проводная	Стандартное напряжение питания 13,5…30В, ток потребления 10мА	50м
Датчик TF01-NV с выходом 0-1В	3-х проводная	Низковольтное напряжение питания 5…24В, ток потребления 10мА	50м

Обозначение датчиков и принадлежности

Сводный перечень стандартных модификаций датчиков приведен в таблице 1.
Перечень принадлежностей к датчикам приведен в таблице 2.

Таблица 1. Сводный перечень стандартных модификаций датчиков

Обозначение датчика	Диапазон измерения	Выходной сигнал	Примечание
Датчик TF01-A-xx(0-50ºC), где xx – длина погружной части	0…50ºC	4-20мА с 2-х проводной схемой	Погружная часть 30 / 50мм
Датчик TF01-A-xx(0-100ºC), где xx – длина погружной части	0…100ºC	4-20мА с 2-х проводной схемой	Погружная часть 30 / 50мм
Датчик TF01-V-xx(0-50ºC), где xx – длина погружной части	0…50ºC	0-10В	Погружная часть 30 / 50мм
Датчик TF01-V-xx(0-100ºC), где xx – длина погружной части	0…100ºC	0-10В	Погружная часть 30 / 50мм
Датчик TF01-NV-xx(0-50ºC), где xx – длина погружной части	0…50ºC	0-1В	Погружная часть 30 / 50мм
Датчик TF01-NV-xx(0-100ºC), где xx – длина погружной части	0…100ºC	0-1В	Погружная часть 30 / 50мм

Таблица 2. Принадлежности к датчикам

Наименование	Краткая характеристика
Контрольные платы стандарта 4-20мА / 0-10В	Имитируют выходной сигнал датчиков. Обеспечивают на выходе фиксированные контрольные значения шкалы 4-20мА или 0-10В (0%, 10%, 20%, 80%, 100%). Используются на этапе ввода и в процессе эксплуатации для проверки исправности оборудования: датчиков, кабельной сети, регистраторов.
Имитаторы сигналов стандарта 4-20мА/0-10В/0-1В	Обеспечивает на выходе 11 градаций тока 4-20мА или напряжения 0-10В/0-01В. Схема включения аналогична схеме включения датчиков. Используются на этапе ввода и в процессе эксплуатации для настройки и проверки параметров систем регулирования на основе датчиков с выходом 4-20мА/0-10В/0-1В.
Вварные втулки (бобышки) с внутренней резьбой 1/2″	Используются для организации посадочного места для врезных датчиков серии TF01 и подобных. Для фиксации втулок на трубопроводе используется сварка. Материал: сталь 20.

Обозначение при заказе

При заказе указывается наименование датчика в соответствии с таблицей 2 и, если необходимо, комплект принадлежностей из перечня таблицы 3. Например:

1. «**Датчик TF01-A-30(0-100ºC)**» (датчик с выходом 4-20мА, с погружной частью 30мм и диапазоном измерения 0…100ºC);
2. «**Контрольные платы 20% и 80% шкалы 4-20мА**» (контрольные платы с фиксированным выходным током 7,2мА = 20% и 16,8мА = 80%).

Конструкция датчиков

Конструкция датчиков включает следующие составные части:

- герметичный термозонд на основе нержавеющей трубки D6x0,5мм;
- неподвижный штуцер с присоединительной резьбой 1/2";
- клеммную коробку из алюминиевого сплава с защитой IP65;
- плату преобразования со стандартным аналоговым выходом.

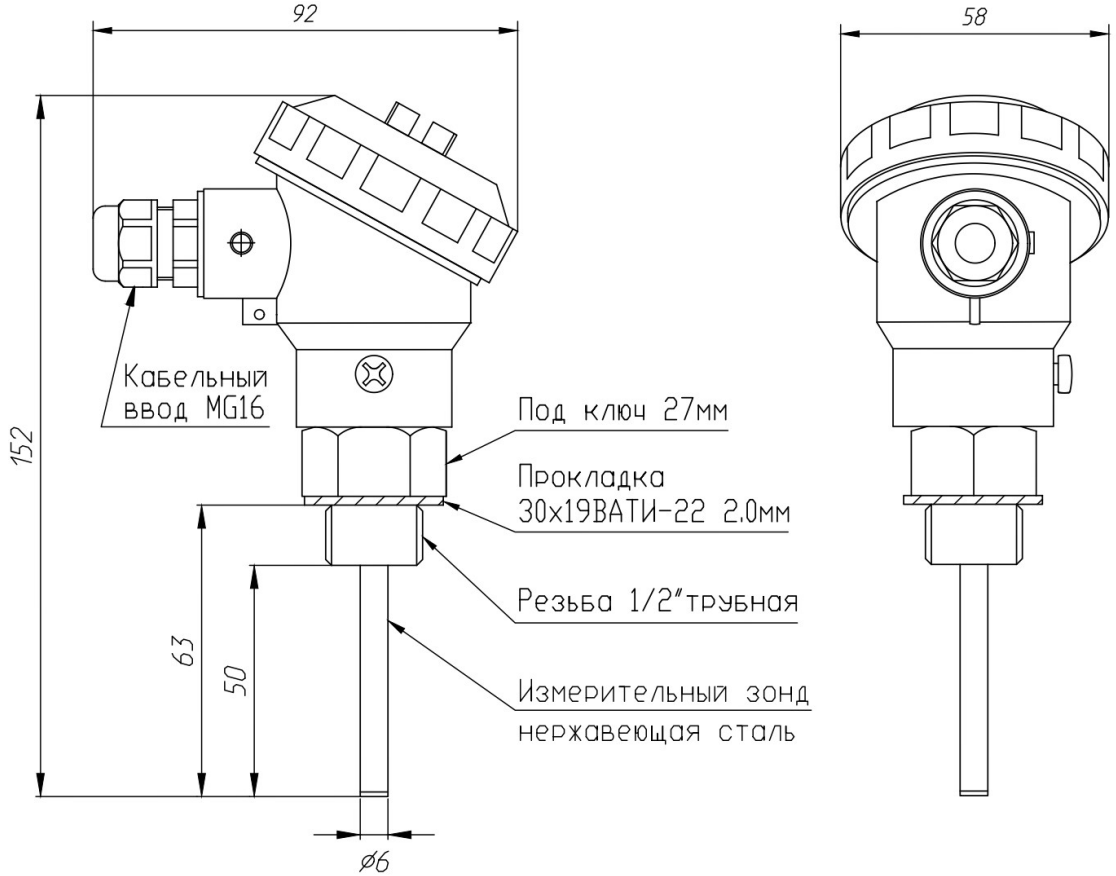
Корпус термозонда датчика изготовлен из нержавеющей трубки, герметизированной со свободной стороны с помощью лазерной сварки. Штуцер и корпус термозонда неподвижно зафиксированы друг относительно друга с помощью аргонной сварки.

Штуцер и клеммная коробка датчика соединены друг с другом с использованием резьбового соединения, зафиксированного с помощью конструкционного клея.

В качестве термочувствительного элемента, расположенного в термозонде, используется платиновый тонкопленочный термоэлемент Pt100/Pt1000 с быстрым откликом. Специальные методы упаковки термоэлемента позволяют получить низкое значение показателя тепловой инерции датчика.

Плата преобразования на винтах зафиксирована в клеммной коробке и защищена полиуретановым лаком. На плате расположен 2-х или 3-х контактный клеммный соединитель с соответствующей маркировкой для подключения выходного кабеля. Для обеспечения герметичности кабель уплотняется в кабельном вводе, являющимся конструктивным элементом клеммной коробки. Клеммная коробка в сборе обеспечивает степень защиты для платы преобразования до IP65.

В комплект поставки датчика включается прокладка из безазбестового паронита, позволяющая обеспечить герметичность места установки датчика на трубопроводе без применения дополнительных уплотняющих материалов.



Технические характеристики

Общие данные:

1. Напряжение источника питания для датчиков:

- с выходом 4-20мА: 30В ≥ Uпит ≥ 9В + 0,02А х Rн, где Rн – сопротивление нагрузки токовой петли
- с выходом 0-10В: 13,5…30В, ток потребления 10мА
- с выходом 0-1В: 5…24В, ток потребления 10мА

2. Потребляемая мощность: не более 0,6Вт
3. Допустимая длина кабеля для датчиков:

- с выходом 4-20мА: до 500 метров с 2-х проводной схемой подключения
- с выходом 0-10В/0-1В: до 50 метров с 3-х проводной схемой подключения

4. Устойчивость к механическим воздействиям согласно ГОСТ12997-84: группа N2
5. Срок службы: не менее 10 лет

Функциональные данные канала измерения температуры:

1. Стандартные диапазоны преобразования: 0…+50ºС / 0…+100ºС
2. Точность измерений: ±0,5ºС / ±1% от текущего значения, что больше
3. Стабильность измерений: уход не более ± 0,15 °С в течении 5 лет.
4. Показатель тепловой инерции: прибл. 15сек в движущейся воде
5. Линейный выходной сигнал: 4-20мА/0-10В/0-1В ≡ 0…+50ºС / 0…+100ºС

Условия окружающей среды:

1. Степень защиты конструкции датчика согласно ГОСТ14254-96: IP65
2. Диапазон рабочих температур погружной части: –50…+100ºС (кратковременно до 110 ºС)
3. Рабочее давление: до 1МПа
4. Влажность при эксплуатации: 0…100% отн. влажности без конденсации влаги
5. Температура при хранении и транспортировании: –40…+65ºС
6. Влажность при хранении и транспортировании: ≤ 95% отн. влажности

Габаритные и присоединительные размеры:

1. Размеры клеммной коробки: длина 75мм х высота 65мм х ширина 55мм
2. Размеры термозонда: D6 х 30 / 50 мм
3. Присоединительная резьба штуцера: трубная 1/2″
4. Тип шестигранника штуцера: под ключ 27мм
5. Размеры уплотнительной прокладки ВАТИ-22: Dвнеш=30мм х Dвнутр=19мм х Н=2мм
6. Диаметр уплотняемого в кабельном вводе кабеля: 3…7мм

Материалы и цвета:

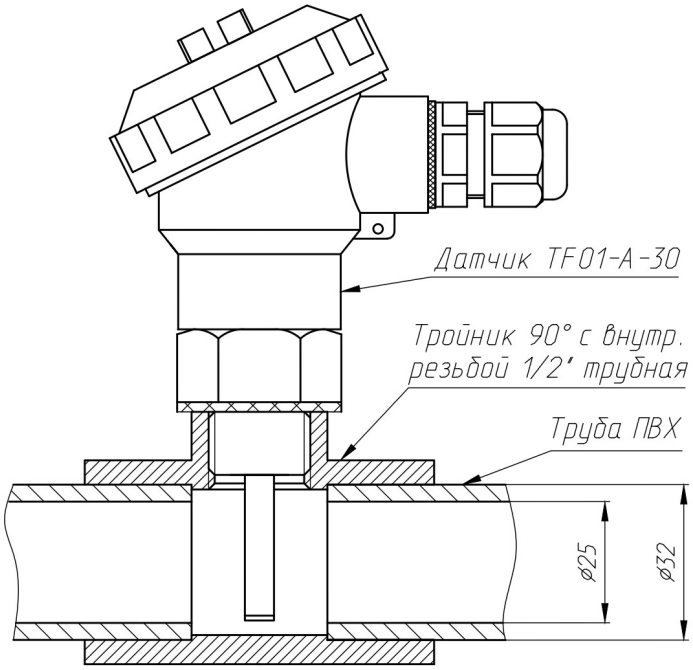
1. Клеммная коробка: алюминиевый сплав, светло-серое порошковое покрытие
2. Термозонд и резьбовой штуцер: нержавеющая сталь AISI304

Рекомендации по установке датчика на трубопроводе

1. Датчик температуры необходимо устанавливать на трубопроводе таким образом, чтобы фиксировалась наиболее характерная температура рабочего процесса. В месте установки датчика, поток контролируемой среды не должен нарушаться открытием расположенной вблизи запорной и регулирующей арматуры, подсосом наружного воздуха и т.д. Также на датчик не должны оказывать влияние посторонние источники тепла.
2. В зависимости от цели применения могут быть даны следующие рекомендации по организации посадочного места датчика:

- Для регулирования температуры теплоносителя: непосредственно после насоса, если насос расположен в прямом контуре или на расстоянии от 1,5м. до 2м. после смешивающего клапана, если насос расположен в обратном контуре;
- Для измерения температуры воды в обратном контуре: в обратном контуре датчик необходимо располагать в месте, где могут быть сняты корректные показания, температура воды должна измеряться в месте, где она хорошо перемешивается.

3. Посадочное место на металлическом трубопроводе состоит из резьбовой втулки (бобышки), с помощью сварки зафиксированной в точке контроля.
4. Для размещения датчика на пластмассовом трубопроводе, как правило, используются специальные пластмассовые вставки (тройники) со сформированной присоединительной резьбой 1/2", как пример, см. рисунок ниже.



5. Глубина размещения в трубопроводе для погружных датчиков температуры обычно выбирается равной (0,3-0,7)D трубопровода, где D – внутренний диаметр трубопровода. Соответственно датчик TF01 с длиной погружной части 30мм может использоваться для измерения температуры теплоносителя в трубопроводах диаметром от 40мм до 100мм, в том числе и при размещении в стандартных тройниках пластиковых и металлических трубопроводов диаметром до 20мм. На более тонких трубопроводах датчик температуры рекомендуется устанавливать в специальных ответвлениях. Если нет технической возможности использовать ответвление, то осуществляется установка датчика в расширителе. Датчики TF01 с длиной погружной части 50мм могут устанавливаться на трубопроводах с диаметрами от 70 до 150мм.

6. Герметизация датчика в посадочном месте осуществляется с помощью специальной прокладки из безасбестового паронита ВАТИ-22, входящей в комплект поставки датчика, при этом не требуется дополнительное уплотнение датчика по резьбе.

7. После подключения кабеля к датчику для обеспечения герметичности датчика кабель необходимо уплотнить в кабельном вводе клеммной коробки и затем закрутить до упора верхнюю крышку клеммной коробки.

Схемы подключения датчиков к регистратору

Схемы подключения датчиков с выходом 4-20мА

Для подключения датчика с выходом 4-20мА к регистратору в разрыв общего провода питания датчика необходимо включить сопротивление нагрузки. Измерительное напряжение, выделяемое относительно общей точки блока питания на сопротивлении нагрузки, будет являться входным напряжением для регистратора. Схема подключения датчиков TF01-A с выходом 4-20мА к регистраторам приведена в таблице 3.

Таблица 3. Схема подключения датчиков TF01-A с выходом 4-20мА к регистраторам	
Клеммы датчика TF01 + → Uп ≥ 9В+0,02А•Rн – → Общий Rн на регистратор	1. 2-х проводная схема подключения. 2. Маркировка клемм: «+» - напряжение питания «–» - общий провод и выход 4–20мА 3. Длина линии связи до 500 метров. 4. Алгоритм выбора величины сопротивления нагрузки Rн приведен ниже.

Выбор величины сопротивления нагрузки Rн определяется входным диапазоном применяемого регистратора, напряжением питания со стороны регистратора и допустимым минимальным напряжением непосредственно на клеммах датчика, т.е. напряжением между клеммами датчика «+» и «–».

Величина напряжения питания датчика со стороны регистратора и величина сопротивления нагрузки связаны следующим соотношением:

$U_{пит} \geq 9В + 0{,}02А \cdot R_н$, где

Uпит, В – напряжение питания датчика со стороны регистратора;

9 В – минимально допустимое напряжение непосредственно на клеммах датчика;

0,02 А – максимальный измерительный ток от датчика;

Rн, Ом – сопротивление нагрузки, с которого снимается напряжение.

Внимание! Напряжение на клеммах датчика с учетом падения напряжения на сопротивлении нагрузки Rн и соединительных проводах при максимальном выходном токе датчика 20 мА не может быть меньше 9 В. В противном случае достоверность показаний датчика не гарантируется.

Рекомендуется следующий алгоритм выбора сопротивления нагрузки токовой петли и напряжения источника питания датчика со стороны регистратора (контроллера):

а) Из спецификации на применяемый контроллер получают данные о диапазоне входного напряжения контроллера, например, 0-10 В;

б) Для входного диапазона 0-10В выбирают номинал сопротивления нагрузки, равный 500 Ом из расчета, что при максимальном измерительном токе с датчика, равном 20 мА, на сопротивлении нагрузки должно падать 10 В;

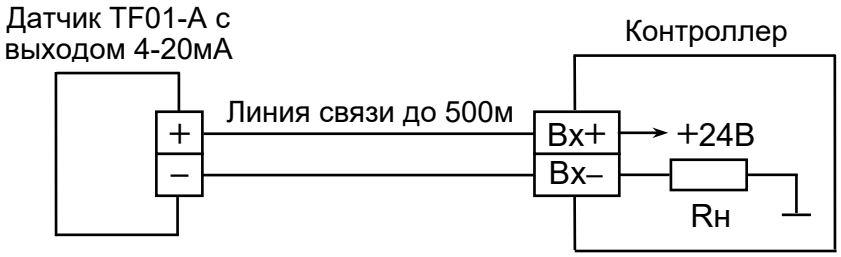
в) Рассчитывают минимально допустимую величину напряжения источника питания путем сложения минимально допустимого напряжения на клеммах датчика, равного 9 В, и падения напряжения на сопротивлении нагрузки, равного 10 В. Получают величину 19 В. В качестве источника питания датчика можно выбрать блок питания со стандартным выходом 24 В. Таблица

соответствия между рядом стандартных входных диапазонов контроллеров, сопротивлением нагрузки токовой петли и необходимым напряжением источника питания приведена ниже.

Таблица 4. Соответствие между входным диапазоном контроллера, сопротивлением нагрузки токовой петли и напряжением источника питания				
Входной диапазон контроллера	0…1В	0…2В	0…5В	0…10В
Необходимая величина сопротивления нагрузки токовой петли Rн	50 Ом	100 Ом	250 Ом	500 Ом
Напряжение на Rн при токе 4мА	0,2 В	0,4 В	1 В	2 В
Напряжение на Rн при токе 20мА	1 В	2 В	5 В	10 В
Диапазон изменения напряжения на сопротивлении нагрузки Rн	0,2…1 В	0,4…2 В	1…5 В	2…10 В
Рекомендуемое напряжение источника питания	12 В	12 В	15 В	24 В
Напряжение на датчике при токе 20мА	11 В	10 В	10 В	14 В

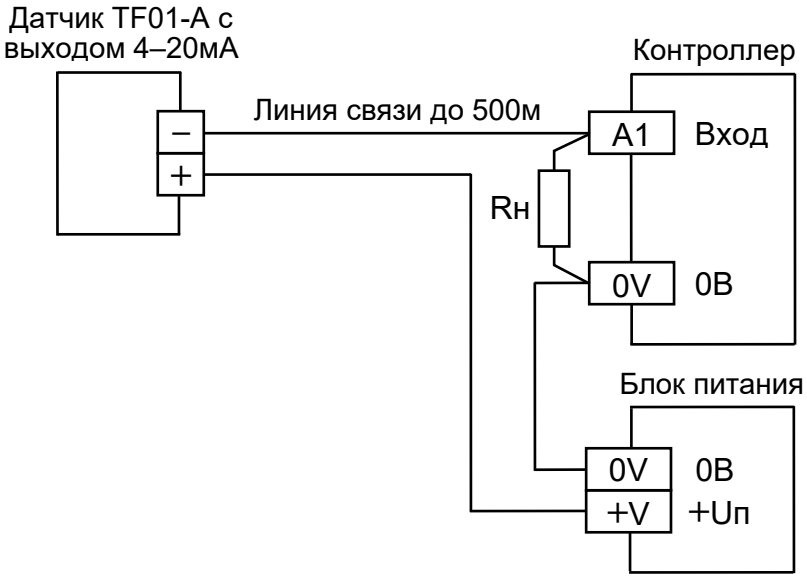
В таблице 5 приведена схема подключения датчика TF01 к контроллеру со встроенными блоком питания аналоговых входов и сопротивлением нагрузки Rн. К такому типу контроллеров, например, относится контроллер KL3454 пр-ва ф.Beckhoff.

Таблица 5. Схема подключения датчиков TF01 к контроллерам со встроенными блоком питания и сопротивлением нагрузки Rн



В таблице 6 приведена схема подключения датчика TF01 к контроллеру без встроенного блока питания и соответственно с внешними блоком питания и сопротивлением нагрузки Rн. К такому типу контроллеров, например, относится модуль аналогового ввода МВА8 пр-ва ф.ОВЕН.

Таблица 6. Схема подключения датчиков TF01 к контроллерам при использовании внешних блока питания и сопротивления нагрузки Rн



Использование в датчиках TF01-A стандартного 2-х проводного аналогового токового интерфейса 4-20 мА обеспечивает следующие преимущества:

1. Допустимая длина линии связи «датчик-регистратор» до 500 м;
2. Экономия за счет использования 2-х жильного кабеля вместо 3-х жильного;
3. Высокая помехоустойчивость, возможность использования для большинства применений неэкранированного кабеля;
4. Автоматическая диагностика состояния «обрыв линии связи» и «неисправность датчика» – по отсутствию тока 4мА в цепи датчика.

Схема подключения датчиков с выходом 0-10В/0-1В:

Таблица 7. Схема подключения датчиков с выходом 0-10В/0-1В к регистраторам	
Клеммы датчика TF01 – → Общий В → Выход 0-10В/0-1В + → Uпит = 13,5…30В	1. 3-х проводная схема подключения. 2. Маркировка клемм на датчике: «+» - напряжение питания датчика «В» - выход 0-10В/0-1В «–» - общий провод питания датчика 3. Длина линии связи до 50 метров.

Датчик с выходом 0-10В / 0-1В может непосредственно подключаться к регистратору без дополнительного преобразования сигнала. Рекомендуемое значение входного сопротивления используемого канала регистратора – не менее 10 кОм.

Рекомендуемая длина кабеля датчик-регистратор не более 50 метров. При длине кабеля до 15 метров допускается использование неэкранированного кабеля, при большей длине рекомендуется использование экранированного кабеля.

Рекомендации по эксплуатации

1. С целью ускорения ввода в эксплуатацию поставляемых датчиков в комплект поставки по отдельному заказу могут включаться так называемые «контрольные платы». Они полностью имитируют выход датчика, но имеют фиксированные стабильные выходные параметры: ток или напряжение в зависимости от типа выходного сигнала датчика.

Для датчиков с выходом 4-20мА доступны контрольные платы с выходным током 4мА; 7,2мА; 16,8мА; 20мА. Маркировка плат и соответствие выходных токов измеряемым параметрам датчика приведены в таблице 8.

Таблица 8

Контрольные платы	Маркировка	Соответствующие значения температуры	
		Для диапазона 0 …50ºС	Для диапазона 0 …100ºС
4 мА	«Т0»	0ºС	0ºС
7,2 мА	«Т20»	10ºС	20ºС
16,8 мА	«Т80»	40ºС	80ºС
20 мА	«Т100»	50ºС	100ºС

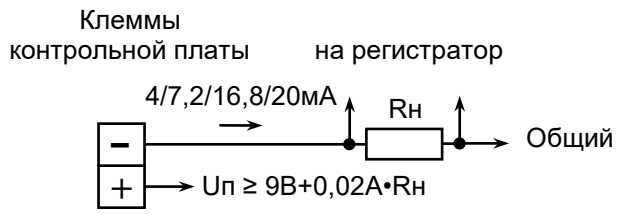
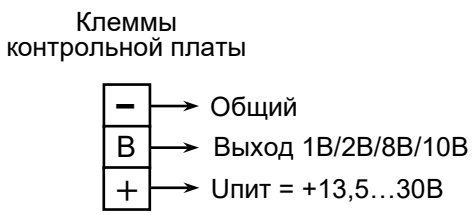
Для датчиков с выходом 0-10В используются контрольные платы с выходным напряжением 1В, 2В, 8В, 10В. Маркировка плат и соответствие выходных напряжений контрольных плат измеряемым параметрам датчика приведены в таблице 9.

Таблица 9

Контрольные платы	Маркировка	Соответствующие значения температуры	
		Для диапазона 0 …50ºС	Для диапазона 0 …100ºС
1 В	«Н10»	5ºС	10ºС
2 В	«Н20»	10ºС	20ºС
8 В	«Н80»	40 С	80ºС
10 В	«Н100»	50ºС	100ºС

Перед вводом датчика в эксплуатацию, например, с выходом 4-20мА, контрольные платы с выходным током 4 мА (0% шкалы 4-20мА) и 20 мА (100% шкалы 4-20мА) последовательно подключаются вместо датчика и на регистраторе устанавливаются (записываются в память) соответствующие контрольным токам значения температуры. В результате этой процедуры для

регистратора будут однозначно определены наклон и сдвиг линейной характеристики канала измерения датчика. Контрольные платы с выходным током 7,2 мА (20% шкалы 4-20мА) и 16,8 мА (80% шкалы 420мА) могут быть использованы для проверки установленных в регистраторе диапазонов измерения. В процессе эксплуатации контрольные платы могут использоваться для периодической проверки работоспособности или при необходимости для диагностики исправности оборудования: датчиков, кабельной сети или регистраторов. Схемы подключения контрольных плат аналогичны схемам подключения датчиков и приведены в таблице 10.

Таблица 10. Схемы подключения контрольных плат к регистратору	
Схема подключения контрольных плат стандарта 4-20мА	Схема подключения контрольных плат стандарта 0-10В
	

2. Датчики серии TF01 не требуют каких-либо регулировок или тарировки перед установкой на объекте измерения.

3. Применяемые в датчиках тонкопленочный платиновые термоэлементы Pt100 / Pt1000 имеют высокие эксплуатационные характеристики и сохраняют исходные параметры в течение длительного времени эксплуатации. Характеристики датчиков могут быть проверены методом сличения с показаниями эталонного измерителя температуры. В качестве эталонного измерителя температуры рекомендуется использование термометра лабораторного электронного ЛТ-300 производства ООО «Термекс» г.Томск (www.termexlab.ru) с погрешностью в диапазоне минус 50…+100ºС не хуже ±0,05ºС. Термометр ЛТ-300 используется для контрольных операций на этапах производства и испытаний датчиков серии TF01.

4. По специальному заказу может быть осуществлена поставка датчиков с диапазонами преобразования, отличными от стандартных и находящихся в пределах диапазона рабочих температур датчика: от –50ºС до +100ºС.

5. При эксплуатации датчика в загрязненных помещениях с высокой влажностью, может потребоваться периодическое проведение профилактических работ, заключающихся в очистке конструкции датчика от осажденной пыли и проверки состояния частей датчика внутри клеммной коробки, включая проверку качества соединения клеммного соединителя датчика с выходным кабелем.

Описание характеристик преобразования датчиков

Каждый экземпляр датчиков серии TF01 с выходом 4-20мА (модификация TF01-А) имеет стандартную тарировочную характеристику следующего типа:

$$T\ (°C) = (I_{вых} - I_o) / SLI, \text{ где}$$

Iвых – текущий выходной ток датчика, мА;

Io – начальное смещение, равное начальному выходному току датчика 4 мА;

SLI – коэффициент преобразования, зависящий от диапазона измерения.

Коэффициенты Io и SLI для стандартных диапазонов измерения приведены в таблице 11.

Таблица 11

Параметры датчиков TF01-А с выходом 4-20мА	Значение для диапазона 0…50ºС	Значение для диапазона 0…100ºС
Начальное смещение, Io	4 мА	4 мА
Коэффициент преобразования, SLI	0,32 мА/°С	0,16 мА/°С

В таблицах 12 и 13 в численном виде представлена зависимость выходных сигналов от температуры для стандартных диапазонов измерения датчиков с выходом 4-20мА:

Таблица 12

Температура (ºС) для диапазона 0…50ºС	0	5	10	15	20	25	3	35	40	45	50
Выходной ток датчика TF01-A (мА)	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12,0	13,6	15,2	16,8	18,4	20

Таблица 13

Температура (ºС) для диапазона 0…100ºС	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Выходной ток датчика TF01-A (мА)	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12,0	13,6	15,2	16,8	18,4	20

Каждый экземпляр датчиков серии TF01 с выходом 0-10В (модификация TF01-V) имеет стандартную тарировочную характеристику следующего типа:

T (°C) = Uвых / SLU, где

Uвых – текущее выходное напряжение датчика, В;
SLU – коэффициент преобразования, зависящий от диапазона измерения.
Коэффициенты SLU для стандартных диапазонов измерения приведены в таблице 14.

Таблица 14

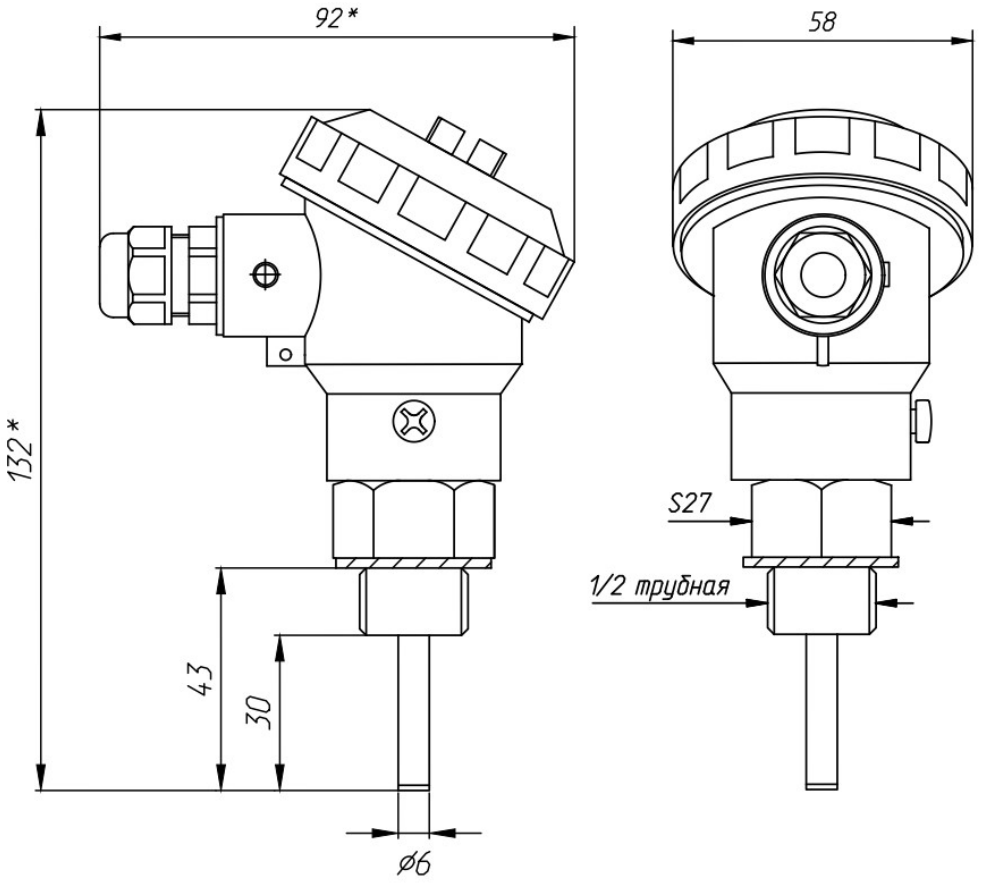
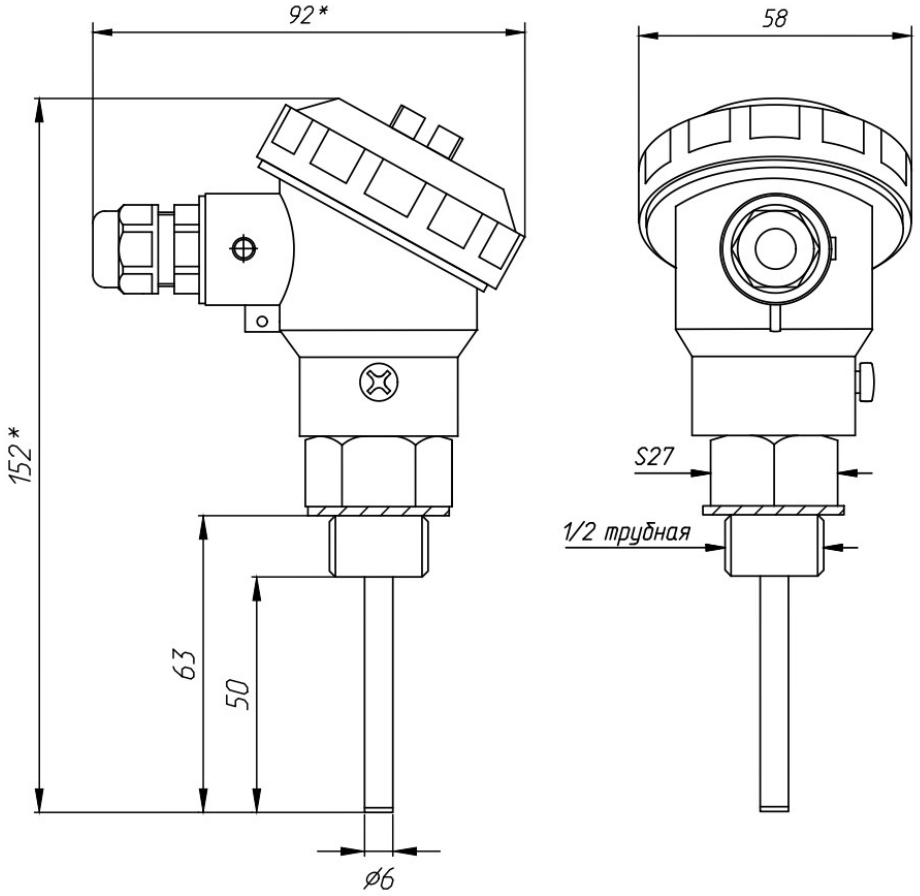
Параметры датчиков TF01-V с выходом 0-10В	Значение для диапазона 0 …50ºС	Значение для диапазона 0 …100ºС
Коэффициент преобразования, SLU	0,2 В/°С	0,1 В/°С

В таблицах 15 и 16 в численном виде представлена зависимость выходных сигналов от температуры для стандартных диапазонов измерения датчиков с выходом 0-10В:

Таблица 15

Температура (ºС) для диапазона 0…50ºС	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Выходное напряжение датчика TF01-V, В	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 16

Температура (ºС) для диапазона 0…100ºС	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Выходное напряжение датчика TF01-V (В)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Размеры датчиков (в мм)