

УТВЕРЖДАЮ

Директор
ООО «Термэкс»



А.С. Вавилкин

2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместителю директора
по производству и метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

2019 г.

ТЕРМОСТАТЫ ЖИДКОСТНЫЕ ТЕРМОТЕСТ

Методика поверки ТКЛШ 0.515.003 МП
с изменением №1



СОДЕРЖАНИЕ

1	Операции поверки.....	3
2	Средства поверки.....	4
3	Требования к квалификации поверителей.....	4
4	Требования безопасности	4
5	Условия поверки	4
6	Подготовка к поверке	5
7	Проведение поверки.....	5
	7.1 Внешний осмотр.....	5
	7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции	5
	7.3 Опробование	5
	7.4 Определение метрологических характеристик.....	6
8	Оформление результатов поверки	9
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Форма протокола поверки	10
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Термопреобразователь сопротивления ЛТА-ДВ.....	12

Настоящая методика поверки (МП) распространяется на термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ (далее по тексту — термостаты), разработанные и изготовленные ООО «Термэкс», и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал — 2 года.

! Допускается периодическая поверка термостатов в части температурного диапазона на основании письменного заявления владельца, с указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

(Измененная редакция, Изм.№1)

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	+	+
2 Проверка электрического сопротивления изоляции*	7.2	+	–
3 Опробование	7.3	+	+
4 Проверка диапазона воспроизводимых температур	7.4.5	+	+
5 Проверка нестабильности поддержания установленной температуры	7.4.5	+	+
6 Проверка неоднородности температурного поля	7.4.6	+	–
* — выполняется только при первичной поверке выпускаемых из производства термостатов			

Поверка может быть прекращена при выполнении любой операции, в результате которой получены отрицательные результаты.

(Измененная редакция, Изм.№1)

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта МП	Средства поверки	Характеристики средств поверки	
		диапазон измерений	погрешность, разряд, класс допуска
5	Средства контроля параметров окружающей среды: <ul style="list-style-type: none"> • температура • относительная влажность • давление 	от +15 до +25 °С от 30 до 80 % от 84.0 до 106.7 кПа	ПГ ±0.5 °С ПГ ±5 % (абс) ПГ ±0.25 кПа
7.2	Мегаомметр типа ЭСО 220/2-Г	от 0 до 10000 МОм	ПГ ±15 %
7.4	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100	от -196 до +420 °С	3 разряд
7.4	Преобразователь сигналов ТС и ТП прецизионный ТЕРКОН	от -200 до +600 °С	ПГ ±0.01 °С
7.4.7	Термопреобразователь сопротивления LTA-ДВ*	от -80 до +300 °С	класс А

* — вспомогательный термопреобразователь LTA-ДВ (Pt100) не является средством измерений и предназначен для проверки метрологических характеристик термостата на глубине 10 мм от поверхности теплоносителя. Устройство LTA-ДВ приведено в Приложении Б.

Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик термостатов с требуемой точностью.

(Измененная редакция, Изм.№1)

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Поверку термостатов могут осуществлять поверители, изучившие руководства по эксплуатации термостатов (далее по тексту — РЭ термостата), данную методику поверки и владеющие навыками пользования современной вычислительной техникой.

(Введено дополнительно, Изм.№1)

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При подготовке и проведении поверки термостатов необходимо соблюдать общие требования ГОСТ 12.3.019 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84.0 до 106.7

(Измененная редакция, Изм.№1)

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют соответствие условий поверки требованиям раздела 5;
- готовят к работе средства поверки (таблица 2) в соответствии с эксплуатационной документацией;
- проверяют наличие действующих свидетельств о поверке на применяемые средства измерений.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- отсутствие механических повреждений термостата (вмятин, трещин и пр.), исправность сетевых и соединительных кабелей;
- разборчивость данных нанесенных на маркировочную наклейку термостата.

Результаты проверки считают положительными, если выполняются вышеперечисленные требования.

(Измененная редакция, Изм.№1)

7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции выпускаемых из производства термостатов проводят в следующей последовательности:

- отключают сетевую кабель от сети питания;
- подключают мегомметр (таблица 2) между закороченными клеммами питания и металлическими элементами ванны термостата;
- производят измерение сопротивления изоляции при значении испытательного напряжения 500 В.

Результат проверки считают положительным, если измеренное значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

7.3 Опробование

7.3.1 Подготовку термостата к работе проводят в соответствии с разделом «Использование по назначению» РЭ термостата. Заполняют термостат ранее не использованным в качестве рабочей жидкости теплоносителем, соответствующим нижней границе поверяемого диапазона. Включают термостат и проверяют возможность установки и регулирования температуры теплоносителя в ванне термостата.

Термостат считают пригодным к проведению дальнейшей поверки, если блок регулирования обеспечивает выполнение всех необходимых операций по установке и регулированию температуры.

7.3.2 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (ПО) выполняют в следующей последовательности:

- включают термостат;
- после включения термостата, в процессе самодиагностики на жидкокристаллическом дисплее блока регулирования отображается наименование встроенного ПО и номер его версии (рисунок 1).

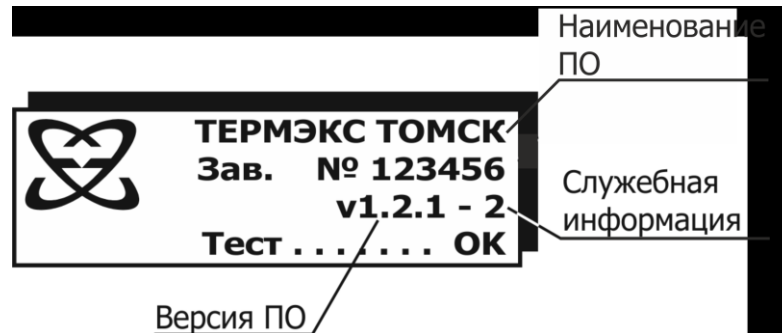


Рисунок 1 — Наименование и версия ПО

Результаты проверки ПО считают положительными, если на дисплее отображается идентификационное наименование «ТЕРМЭКС ТОМСК» и версия ПО не ниже 1.0.0.

7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Проверку метрологических характеристик термостатов проводят с помощью эталонных термометров, подключенных к прецизионному преобразователю сигналов ТС и ТП ТЕРКОН (далее по тексту — преобразователь ТЕРКОН).

Возможны два варианта регистрации значений измеряемой температуры:

- вариант I — с помощью ПО преобразователя ТЕРКОН, подключенного к персональному компьютеру;
- вариант II — регистрация показаний преобразователя ТЕРКОН через равные промежутки времени¹.

7.4.2 При поверке термостата во всем диапазоне воспроизводимых температур нестабильность поддержания установленной температуры проверяют при нижнем, среднем и верхнем значениях диапазона термостата со следующими уточнениями:

- ТЕРМОТЕСТ-05, ТЕРМОТЕСТ-05-1 — минус 80 °С, 0 °С (на двух теплоносителях в соответствии с РЭ термостата), 30 °С;
- ТЕРМОТЕСТ-100 — минус 30 °С, 0 °С, 100 °С;
- ТЕРМОТЕСТ-100-40 — минус 40 °С, 0 °С, 100 °С;
- ТЕРМОТЕСТ-200 — 40 °С, 100 °С, 200 °С;
- ТЕРМОТЕСТ-300 — 100 °С, 200 °С, 300 °С.

7.4.3 В случае поверки термостата в части температурного диапазона нижняя и верхняя границы поверяемого диапазона являются самой низкой и самой высокой устанавливаемой температурой теплоносителя соответственно, а количество поверяемых температурных точек должно быть не менее трех.

В случае использования термостата при одной температуре допускается его поверка при этой температуре и в двух температурных точках: на 10 °С выше и на 10 °С ниже необходимой температуры.

7.4.4 Неоднородность температурного поля проверяют при нижнем значении температуры поверяемого диапазона. Исключение составляют термостаты ТЕРМОТЕСТ-05 и ТЕРМОТЕСТ-05-1, неоднородность температурного поля которых проверяют при минус 70 °С (теплоноситель — этиловый спирт с содержанием этанола не менее 94 % об.) и 0 °С (теплоноситель — ТОСОЛ А-40).

¹ Равные промежутки времени допускается отмерять секундомером блока регулирования термостата.

В случае использования термостата при одной температуре допускается проверка неоднородности температурного поля при заявленной к поверке температуре.

7.4.5 Проверку диапазона воспроизводимых температур и нестабильности поддержания установленной температуры проводят одновременно в следующей последовательности:

- включают термостат¹ и задают параметры ПИД-регулирования для используемого при поверке теплоносителя в соответствии с РЭ термостата;
- устанавливают значение температуры, равное нижней границе поверяемого диапазона;
- эталонный термометр устанавливают в центр рабочей ванны термостата на глубину не менее минимальной глубины погружения термометра;
- регистрируют показания термометра через 15 минут после стабилизации температуры теплоносителя (значение температуры на лицевой панели блока регулирования не отличается от установленного значения более чем на ± 0.02 °C):
 - вариант I — включают режим записи значений температуры, которую останавливают через 30 минут;
 - вариант II — проводят серию из 30 измерений температуры с интервалом между измерениями 1 минута;
- за нестабильность поддержания установленной температуры принимают стандартное отклонение повторяемости (σ) при доверительной вероятности $P=0.95$ за промежуток времени 30 минут, которое вычисляют по формуле:

$$\sigma = k \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - t_{cp})^2}{n-1}}, \text{ при } k=2, \quad (1)$$

где t_{cp} — среднее арифметическое значение температуры, полученное при регистрации данных по одному из предложенных вариантов, °C;

t_i — значение температуры в i -той точке массива данных;

n — количество измерений в массиве данных.

- повторяют проверку нестабильности поддержания температуры теплоносителя при верхнем и среднем значениях температуры поверяемого диапазона (см. 7.4.2–7.4.3).

Результаты проверки считают положительными, если нестабильность поддержания установленной температуры в каждой проверенной температурной точке не превышает значений:

- ± 0.01 °C — для термостатов ТЕРМОТЕСТ-100, ТЕРМОТЕСТ-100-40, ТЕРМОТЕСТ-200, ТЕРМОТЕСТ-300;
- ± 0.02 °C — для термостатов ТЕРМОТЕСТ-05, ТЕРМОТЕСТ-05-1.

7.4.6 Проверку неоднородности температурного поля выполняют с использованием двух эталонных термометров в следующей последовательности:

- устанавливают в центр рабочей ванны термостата два эталонных термометра на одинаковую глубину (примерно 260-280 мм от поверхности теплоносителя);
- после стабилизации температуры теплоносителя (когда загорается индикатор стабилизации зеленого цвета и значение температуры на лицевой панели блока регулирования не отличается от установленного значения более чем на ± 0.02 °C) включают режим записи значений температуры на 5 минут (вариант I) или проводят серию из десяти измерений температуры с интервалом между измерениями 30 секунд (вариант II);
- по полученному массиву данных вычисляют средние арифметические значения результатов измерений двух термометров в центре рабочей ванны термостата и находят их разность (Δ_0);
- перемещают по вертикали один из термометров на 100 мм вверх, а другой на 100 мм вниз;

¹ Перед включением ТЕРМОТЕСТ-200 подключают к водопроводной сети или низкотемпературному жидкостному термостату в соответствии с РЭ.

- после стабилизации температуры включают режим записи значений температуры на 5 минут (вариант I) или проводят серию из десяти измерений температуры с интервалом между измерениями 30 секунд (вариант II);
- после обработки полученного массива данных находят разность средних арифметических значений результатов измерений двух термометров, смещенных относительно друг друга по вертикали ($t_{1cp} - t_{2cp}$);
- неоднородность температурного поля (Δ) по вертикали определяют как разность температур в двух точках, разнесенных по вертикали на 200 мм, по формуле:

$$\Delta = (t_{1cp} - t_{2cp}) - \Delta_0 \quad (2)$$

- возвращают термометры в исходное положение (в центр рабочей ванны), а затем их разносят на максимальное расстояние по горизонтали так, чтобы они находились от стенок рабочей ванны не менее, чем на 10 мм (Положение 1);
- после стабилизации температуры включают запись результатов измерений на 5 минут (вариант I) или проводят серию из десяти измерений температуры (вариант II);
- после обработки полученного массива данных находят разность средних арифметических значений результатов измерений двух термометров, смещенных относительно друг друга по горизонтали;
- неоднородность температурного поля (Δ) по горизонтали определяют по формуле (2), где ($t_{1cp} - t_{2cp}$) — разность средних значений результатов измерений двух термометров, смещенных относительно друг друга по горизонтали;
- возвращают термометры в исходное положение (в центр рабочей ванны), а затем их разносят по горизонтали перпендикулярно к Положению 1, на максимальное расстояние так, чтобы они находились от стенок рабочей ванны не менее, чем на 10 мм (Положение 2);
- измерения и обработку результатов выполняют аналогично Положению 1.

Результаты проверки неоднородности температурного поля считают положительными, если неоднородность температурного поля в трех взаимно-перпендикулярных направлениях не превышает значений:

- ± 0.01 °С — для термостатов ТЕРМОТЕСТ-100, ТЕРМОТЕСТ-100-40, ТЕРМОТЕСТ-200, ТЕРМОТЕСТ-300;
- ± 0.02 °С — для термостатов ТЕРМОТЕСТ-05, ТЕРМОТЕСТ-05-1 в диапазоне от минус 70 до 0 °С;
- ± 0.10 °С — для термостатов ТЕРМОТЕСТ-05, ТЕРМОТЕСТ-05-1 в диапазоне ниже минус 70 °С.

7.4.7 Проверку неоднородности температурного поля на глубине 10 мм от поверхности теплоносителя выполняют с использованием одного эталонного термометра и термопреобразователя ЛТА-ДВ (Приложение Б), подключенных к преобразователю ТЕРКОН, в следующей последовательности:

- устанавливают в центр рабочей ванны термостата эталонный термометр и ЛТА-ДВ на одинаковую глубину (примерно 200 мм от поверхности теплоносителя);
- после стабилизации температуры включают режим записи значений температуры на 5 минут (вариант I) или проводят серию из десяти измерений температуры с интервалом между измерениями 30 секунд (вариант II);
- по полученному массиву данных вычисляют средние арифметические значения результатов измерений двух термометров в центре рабочей ванны термостата и находят их разность (Δ_0);
- перемещают вверх по вертикали ЛТА-ДВ на глубину погружения 10 мм от поверхности теплоносителя (Положение Ц — рабочий конец ЛТА-ДВ находится в центре ванны), а эталонный термометр оставляют в центре рабочей ванны на глубине 200 мм от поверхности теплоносителя в течение всего испытания;

- после стабилизации температуры включают режим записи значений температуры на 5 минут (вариант I) или проводят серию из десяти измерений температуры с интервалом между измерениями 30 секунд (вариант II);
- после обработки полученного массива данных находят разность средних арифметических значений результатов измерений эталонного термометра ($t_{\text{э}}$) и LTA-ДВ ($t_{\text{д}}$);
- неоднородность температурного поля ($\Delta_{\text{д}}$) на глубине 10 мм от поверхности теплоносителя определяют по формуле:

$$\Delta_{\text{д}} = (t_{\text{д}} - t_{\text{э}}) - \Delta_0 \quad (3)$$

- горизонтально перемещают LTA-ДВ к краю рабочей ванны так, чтобы его рабочий конец отстоял от стенки ванны не менее, чем на 10 мм (Положение 1), и включают режим записи значений температуры на 5 минут (вариант I) или проводят серию из десяти измерений температуры с интервалом между измерениями 30 секунд (вариант II);
- неоднородность температурного поля ($\Delta_{\text{г}}$) определяют по формуле:

$$\Delta_{\text{г}} = (t_{\text{г}} - t_{\text{э}}) - \Delta_0 \quad (4)$$

- горизонтально перемещают LTA-ДВ по окружности на 90° (Положение 2), на 180° (Положение 3) и на 270° (Положение 4) так, чтобы его рабочий конец отстоял от стенок рабочей ванны не менее, чем на 10 мм;
- измерения и обработку результатов выполняют аналогично Положению 1 (по формуле 4).

Результаты проверки неоднородности температурного поля на глубине 10 мм от поверхности теплоносителя считают положительными, если полученные значения неоднородности температурного поля не превышают значений:

- ± 0.01 °С — для термостатов ТЕРМОТЕСТ-100, ТЕРМОТЕСТ-100-40, ТЕРМОТЕСТ-200, ТЕРМОТЕСТ-300;
- ± 0.02 °С — для термостатов ТЕРМОТЕСТ-05, ТЕРМОТЕСТ-05-1 в диапазоне от минус 70 до 0 °С;
- ± 0.10 °С — для термостатов ТЕРМОТЕСТ-05, ТЕРМОТЕСТ-05-1 в диапазоне ниже минус 70 °С.

(Измененная редакция, Изм.№1)

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляют протоколом¹, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении А.

При положительных результатах поверки термостата оформляют свидетельство о поверке с нанесением на него знака поверки и (или) делают запись в руководстве по эксплуатации термостата, заверяя его знаком поверки и подписью поверителя.

При отрицательных результатах поверки термостата выписывается извещение о непригодности к применению.

(Измененная редакция, Изм.№1)

Разработал:

Начальник отдела 207
ФГУП «ВНИИМС»

 А.А. Игнатов

¹ Протокол поверки не является обязательным приложением к свидетельству о поверке.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ*(рекомендуемое)*

Протокол поверки

№ _____ от «___» _____ 20__ г.

1 Сведения о поверяемом средстве измерений:

1.1 Наименование: Термостат жидкостный ТЕРМОТЕСТ-_____

1.2 Заводской номер термостата:

1.3 Принадлежащее:

2 Документы, используемые при поверке: ТКЛШ 0.515.003 МП «Термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ. Методика поверки» с изменением 1.

3 Средства поверки:

4 Условия проведения поверки:

температура окружающей среды, °С

относительная влажность воздуха, %

атмосферное давление, кПа

5 Результаты поверки:

5.1 Внешним осмотром установлено соответствие (несоответствие) требованиям 7.1 МП.

5.2 Электрическое сопротивление изоляции при выпуске из производства более _____ МОм.

5.3 При опробовании установлено соответствие/несоответствие требованиям 7.3 МП.

5.4 Определение (контроль) метрологических характеристик:

Результаты проверки метрологических характеристик приведены в таблицах: А.1, А.2, А.3.

Таблица А.1 — Результаты проверки нестабильности поддержания установленной температуры

°С

№ измерения	Показания эталонного термометра в центре рабочей ванны		
	t_A	t_B	t_C
1	t_{A1}	t_{B1}	t_{C1}
2	t_{A2}	t_{B2}	t_{C2}
3	t_{A3}	t_{B3}	t_{C3}
4	t_{A4}	t_{B4}	t_{C4}
5	t_{A5}	t_{B5}	t_{C5}
6	t_{A6}	t_{B6}	t_{C6}
...	$t_{A...}$	$t_{B...}$	$t_{C...}$
30	t_{A30}	t_{B30}	t_{C30}
t среднее	t_{Acp}	t_{Bcp}	t_{Ccp}
Стандартное отклонение (σ)	σ_A	σ_B	σ_C

Примечание — А, В, С — температурные точки из поверяемого диапазона температур, в которых определялась нестабильность поддержания установленной температуры

Таблица А.2 — Результаты проверки неоднородности температурного поля в рабочей ванне термостата °С

№ измерения	Показания термометров в центре рабочей ванны		Показания термометров, смещенных по вертикали		Показания термометров, смещенных по горизонтали (Положение 1)		Показания термометров, смещенных по горизонтали (Положение 2)	
	t _{1ц}	t _{2ц}	t _в	t _н	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
1								
2								
...								
10								
t среднее	t _{1цср}	t _{2цср}	t _{вср}	t _{нср}	t _{1ср}	t _{2ср}	t _{3ср}	t _{4ср}
неоднородность (Δ)	Δ ₀ = t _{1цср} - t _{2цср}		Δ = (t _{вср} - t _{нср}) - Δ ₀		Δ = (t _{1ср} - t _{2ср}) - Δ ₀		Δ = (t _{3ср} - t _{4ср}) - Δ ₀	

Таблица А.3 — Результаты проверки неоднородности температурного поля на глубине 10 мм от поверхности теплоносителя °С

№ измерения	Показания термометров в центре (Положение Ц)		Показания термометров в центре (Положение 1)		Показания термометров в центре (Положение 2)		Показания термометров в центре (Положение 3)		Показания термометров в центре (Положение 4)	
	t _ц	t _э	t ₁	t _э	t ₂	t _э	t ₃	t _э	t ₄	t _э
1										
2										
...										
10										
t среднее	t _{цср}	t _{эср}	t _{1ср}	t _{эср}	t _{2ср}	t _{эср}	t _{3ср}	t _{эср}	t _{4ср}	t _{эср}
неоднородность (Δ)	Δ ₀ = t _{цср} - t _{эср}		Δ ₁ = (t _{1ср} - t _{эср}) - Δ ₀		Δ = (t _{2ср} - t _{эср}) - Δ ₀		Δ = (t _{3ср} - t _{эср}) - Δ ₀		Δ = (t _{4ср} - t _{эср}) - Δ ₀	

Заключение: _____
(годен/негоден)

Поверку произвел: _____
(подпись) (Ф.И.О поверителя)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛТА-ДВ

Вспомогательный термопреобразователь сопротивления ЛТА-ДВ представляет собой чувствительный элемент Pt100 в корпусе из нержавеющей стали (рисунок Б.1) с четырех проводной схемой соединения.

Датчик имеет сопротивление при 0 °С равное 100 Ом и стандартный набор коэффициентов для Pt100 с $W_{100} = 1.385$:

$$A = 3.9083 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$B = -5.7750 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$$

$$C = -4.1830 \times 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$$

За глубину погружения ЛТА-ДВ принимают расстояние от рабочего конца до поверхности теплоносителя.

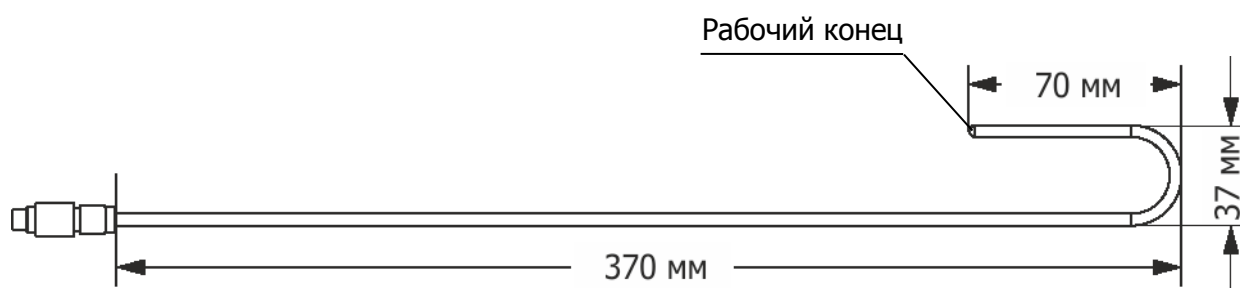


Рисунок Б.1 — Устройство термопреобразователя сопротивления ЛТА-ДВ