

**ГОССТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ И СЕРТИФИКАЦИИ
РОСТЕСТ-МОСКВА**

ТЕПЛОЧИСЛИТЕЛИ MULTICAL 66-CDE

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП РТ - 324 - 96**

**г. Москва
2000 г.**

Настоящая методика поверки (МП) распространяется на тепловычислители MULTICAL (в дальнейшем - тепловычислители), состоящие из собственно вычислителя и двух термопреобразователей сопротивления (ТС) Pt500, и устанавливает методику и средства их периодической поверки.

Рекомендуемый межповерочный интервал:

- для тепловычислителя не более 4 лет;
- для термопреобразователей сопротивления не более 4 лет.

1. Операции поверки

Тепловычислитель MULTICAL поверяется поэлементно. Перечень операций поверки представлен в таблице 1.

Таблица 1

| № п/п | Операции поверки | № пункта | |
|-------|---|---|----------------------|
| | | Поверка вычислителя | поверка комплекта ТС |
| 1 | Внешний осмотр | 6.1.1. | 6.2.1. |
| 2 | Опробование | 6.1.2. | - |
| 3 | Проверка сопротивления изоляции ТС | - | 6.2.2. |
| 4 | Определение класса допуска ТС | - | 6.2.3.2. |
| 5 | Определение основной относительной погрешности | 6.1.3. | 6.2.3.3. |
| 6 | Проверка работоспособности каналов дополнительных водосчетчиков | 6.1.4. (при наличии модуля дополнительных счетчиков) | - |

2. Средства поверки

При проведении поверки должны использоваться следующие эталоны и оборудование.

2.1. При поверке вычислителя:

- частотомер электронно-счетный типа ЧЗ-38;
- генератор импульсов типа Г5-82;
- магазины сопротивлений типа Р3026/2, 2 шт.

2.2. При поверке комплекта термопреобразователей:

- термометр сопротивления платиновый образцовый типа ПТС - 10, 2 разряда, ТУ 50 - 175 – 79;
- компаратор напряжения типа Р3003, кл. 0.0005 ТУ 3.458.100;
- мера сопротивления 10 Ом, типа Р321, кл. 0.01 ТУ 25-04-338-78;
- мера сопротивления 1000 Ом, типа Р331, кл. 0.01 ТУ 25-04-338-78;
- термостат нулевой типа ТН - 12, градиент температур не более 0.03 °С/м;
- термостат масляный типа ТН-3М, рабочий диапазон от 90 до 300 °С, градиент температуры не более 0.04 °С /м, или термостат паровой ТП-5, ТП-1М;
- мегомметр М4100/1, ТУ25-04-2131-78, номинальное напряжение 100В, класс точности 1.0

Примечания: 1. Допускается замена указанных средств измерения на другие, имеющие метрологические характеристики не хуже указанных.

2. Все средства поверки должны быть поверены государственной метрологической службой и иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм.

3. Требования безопасности

При проведении поверки должны соблюдаться требования, определяемые правилами безопасности труда, действующими в поверочной лаборатории.

4. Условия проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, при 20 °С, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, мм.рт.ст. 760 ± 30 ;
- напряжение сети электропитания при $f = 50$ Гц, В от 198 до 253.

5. Подготовка к поверке

Перед началом проведения поверки необходимо:

- проверить действительность свидетельств и клейм на средства поверки;
- проконтролировать и записать в протокол условия проведения поверки;
- убедиться, что комплектность тепловычислителя соответствует требованиям эксплуатационной документации;
- снять с вычислителя крышку и отсоединить термопреобразователи;
- произвести идентификацию модели вычислителя по программному и конфигурационному кодам, нанесенным на лицевой панели вычислителя:

Программный код (Prog:) A-BB-CCC

- позиция *A* - место установки водосчетчика на трубопроводе (1 - на подающем, 2 - на обратном);
- позиция *B* - единица измерения энергии (2 - ГДж, 3 - кВтч, 4 – МВтч, 5 - Гкал);
- позиция *CCC* - цена импульса, коэффициент деления входного предсчетчика;

Цена импульса (или обратная ей величина) и указание места установки водосчетчика также нанесены на лицевой панели.

Конфигурационный код (Con:) DD-E-FF-GG

- нули в двух последних позициях (FF=00, GG=00) означают, что модуль дополнительных счетчиков отсутствует. При наличии модуля дополнительных счетчиков числа от 01 до 07 в этих позициях (FF для входа “а”, GG для входа “b”) означают, что счетчики предназначены для счета импульсов от водосчетчиков, и определяют цену одного импульса и коэффициент деления входного предсчетчика (таблица 6).

По программному коду (позиция CCC) определить по таблице 2 коэффициент деления входного предсчетчика (коэффициент “s”).

Таблица 2

Значения коэффициента деления входного предсчетчика(S)
для разных модификаций вычислителя MULTICAL

| код. CCC | S | C | |
|----------|------|----------|-------|
| | | л/имп | имп/л |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 000 | 10 | 1 | 1 |
| 001 | 4 | 2,5 | 0,4 |
| 002 | 1 | 10 | 0,1 |
| 003 | 1 | 25 | 0,04 |
| 004 | 10 | 10 | 0,1 |
| 005 | 10 | 25 | 0,04 |
| 006 | 1 | 100 | 0,01 |
| 007 | 1 | 250 | 0,004 |
| 008 | 1 | 1000 | 0,001 |
| 108 | 1403 | 0,007128 | 140,3 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|------|----------|--------|
| 109 | 957 | 0,010449 | 95,7 |
| 110 | 646 | 0,015479 | 64,6 |
| 111 | 404 | 0,024752 | 40,4 |
| 112 | 502 | 0,01992 | 50,2 |
| 113 | 2350 | 0,042553 | 23,5 |
| 114 | 712 | 0,14044 | 7,12 |
| 115 | 757 | 0,01321 | 75,7 |
| 116 | 3000 | 0,00333 | 300 |
| 117 | 269 | 0,037174 | 26,9 |
| 118 | 665 | 0,015037 | 66,5 |
| 119 | 1000 | 0,01 | 100,0 |
| 120 | 1000 | 0,1 | 10,0 |
| 121 | 294 | 0,034013 | 29,4 |
| 122 | 1668 | 0,005995 | 166,8 |
| 123 | 864 | 0,11574 | 86,4 |
| 124 | 522 | 0,019157 | 52,2 |
| 125 | 607 | 0,016475 | 60,7 |
| 126 | 420 | 0,023809 | 42,0 |
| 127 | 2982 | 0,033534 | 29,82 |
| 128 | 2424 | 0,041254 | 24,24 |
| 129 | 1854 | 0,053937 | 18,54 |
| 130 | 770 | 0,12987 | 7,7 |
| 131 | 700 | 0,14285 | 7,0 |
| 132 | 365 | 0,027322 | 36,54 |
| 133 | 604 | 0,016537 | 60,47 |
| 134 | 1230 | 0,008126 | 123,05 |
| 135 | 1600 | 0,0625 | 16,0 |
| 136 | 500 | 0,02 | 50 |
| 137 | 2500 | 0,04 | 25 |
| 139 | 256 | 0,03906 | 25,6 |
| 140 | 1280 | 0,078125 | 12,8 |
| 141 | 1140 | 0,087719 | 11,4 |
| 142 | 400 | 0,25 | 4 |
| 143 | 320 | 0,3125 | 3,2 |
| 144 | 1280 | 0,78125 | 1,28 |
| 145 | 640 | 1,5625 | 0,64 |
| 146 | 128 | 7,8125 | 0,28 |
| 147 | 1000 | 1 | 1 |
| 148 | 400 | 2,5 | 0,4 |
| 149 | 1000 | 10 | 0,1 |
| 150 | 2000 | 50 | 0,02 |
| 151 | 5000 | 0,02 | 50 |
| 152 | 1194 | 0,083752 | 11,94 |
| 153 | 1014 | 0,098619 | 10,14 |

6. Проведение поверки

6.1. Проведение поверки вычислителя.

6.1.1. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре вычислителя должно быть установлено:

- соответствие маркировки и внешнего вида требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на его работоспособность;
- отсутствие дефектов, препятствующих чтению надписей, маркировки и отсчету.

6.1.2. Опробование

Для опробования и определения погрешности вычислителя собрать схему согласно приложению 1, подключая к колодкам и контактам снятой крышки вычислителя эталонные средства измерения, кнопки и тумблеры. Допускается использовать одну подготовленную таким образом крышку для поверки группы вычислителей, а также использовать специально оборудованную крышку.

Установить на подготовленную крышку поверяемый вычислитель (переднюю часть со снятой крышкой) так, чтобы на индикаторе появились показания.

Переключатель режима поставить в положение "Вычислитель", на магазинах сопротивлений установить сопротивление, соответствующие значениям температур при разности температур $\Delta t = 150$ °С. Подать на клеммы 10-11 (клеммы входа импульсов от основного водосчетчика) количество импульсов, не меньшее чем коэффициент деления входного предсчетчика "s". Импульсы подавать от генератора или кнопкой вручную в зависимости от необходимого количества. По индикатору поверяемого вычислителя убедиться в изменении показаний тепловой энергии (количества теплоты).

6.1.3. Определение основной относительной погрешности вычислителя по каналу количества теплоты

Погрешность вычислителя определяют сравнением расчетного и экспериментального значений поверочного числа- **Quick**- числа.

Для определения экспериментального значения **Quick**-числа переключатель режима установить в положение "Quick". На магазинах сопротивлений устанавливать сопротивления, соответствующие значениям температур, указанных в таблице 4 (или 5). Подать от генератора (при $s=1$ можно пользоваться кнопкой) не менее чем $10*s$ импульсов. (Значение s -из таблицы 2). Количество импульсов определить по частотомеру. Частота импульсов для $ССС \geq 100$ не выше 50 Гц, для $ССС < 100$ не выше 9 Гц; амплитуда не более 5 В.

По вычислителю определить **Quick**- число и занести в протокол. Сброс показаний **Quick**-числа осуществляется нажатием на кнопку "сброс".

Расчетное **Quick**- число определяется по формуле:

$$Quick_{ном} = E(МДж) * Q_{ГДж} / 1000,$$

где : $Q_{ГДж}$ - коэффициент из таблицы 3, выбираемый в соответствии со значением кода -ССС,

$$E(МДж) = s * N * C * \Delta t * k_{st} / 1000,$$

C - цена импульса, л/имп,

N - целая часть числа n/s , где n - число импульсов, поданных на вход,

Δt - установленная разность температур, °С,

$k_{st} = (h_{гор} - h_{хол}) * \rho / \Delta t$ - тепловой коэффициент (коэффициент Штука).

$h_{гор}, h_{хол}$ - энтальпии воды в прямом и обратном трубопроводах, кДж/кг,

ρ - плотность воды в месте установки водосчетчика (на прямом или обратном трубопроводе), кг/м³.

Коэффициент Штука может быть взят из специальных таблиц, например, из таблиц МИ 2164, или вычислен с использованием таблиц стандартных справочных данных о свойствах воды.

Таблица 3

| ССС-код | Q(ГДж) | Q(МВт*ч) |
|--|---------|----------|
| 000, 001, 002, 108, 109, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 132, 133, 134, 136, 139 | 2388900 | 8600000 |
| 003 | 955200 | 3440000 |
| 004, 006, 113, 114, 120, 127, 128, 129, 130, 131, 135, 137, 140, 141, 142, 143, 151, 152, 153 | 238890 | 860000 |
| 005, 007 | 95520 | 344000 |
| 008, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150 | 23889 | 860000 |

В таблицах 4 и 5, где указаны рекомендуемые пары значений температур, даны примеры для некоторых моделей вычислителя.

Таблица 4.

| Для маркировки СССР < 100 | | | | | | | | |
|--|--------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|---|---|--|--|
| Δt разно сть темпе ратур °C | Значение температур °C | | Значение сопротивлений, Ом | | Расчетные значения Quick _{ном} - числа на 10 импульсов счетчика воды при | | | |
| | | | | | ССС = 002, 006, 008 (10,100, 1000 л/имп) | | ССС = 000 (1 л/имп) | |
| | пря мой воды t1 | обра тной воды t2 | пря мой | обра тно й | при устано вке на трубо проводе подающем | при устано вке на трубо проводе обратном | при устано вке его на трубопроводе подающем | при устано вке его на трубопроводе обратном |
| 3 | 43 | 40 | 583.49 | 577.70 | 2966 | 2970 | 297 | 297 |
| 40 | 80 | 40 | 654.46 | 577.70 | 38843 | 39667 | 3884 | 3967 |
| 150 | 160 | 10 | 805.22 | 519.51 | 137122 | 151117 | 13712 | 15112 |

Таблица 5.

| Для маркировки СССР > 100 | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|
| Δt, °C | Значение температур °C | | Значение сопротивлений, Ом | | Количество подаваемых импульсов | | | | Расчетные значения Quick _{ном} -числа, при установке | |
| | пря мой воды t1 | обра тной воды t2 | пря мой | обра тно й | ССС =119; 100 имп/л | ССС= 136; 50 имп/л | ССС= 137; 25 имп/л | ССС= 120; 10 имп/л | на подающем трубопроводе | на обратном трубопроводе |
| 3 | 43 | 40 | 583.49 | 577.70 | 10000 | 5000 | 2500 | 1000 | 2966 | 2970 |
| 40 | 80 | 40 | 654.46 | 577.70 | 10000 | 5000 | 2500 | 1000 | 38843 | 39667 |
| 150 | 160 | 10 | 805.22 | 519.51 | 10000 | 5000 | 2500 | 1000 | 137122 | 151117 |

Погрешность поверяемого вычислителя определяют по формуле:

$$\delta = \pm \left(\frac{\text{Quick}_s}{\text{Quick}_{\text{ном}}} - 1 \right) * 100 \%$$

На каждой поверяемой точке производят не менее 3-х измерений.

Основная относительная погрешность вычислителя не должна превышать $\pm 1 \%$ в диапазоне разности температур ($3 \leq \Delta t \leq 20$) °С. и $\pm 0.5 \%$ при $\Delta t > 20$ °С.

6.1.4. Проверка работоспособности дополнительных каналов водосчетчиков

Переключатель режима установить в положение "Вычислитель". Зафиксировать по дисплею вычислителя текущее значение объема для счетчиков "а" и/или "b", Подать на вход поверяемого дополнительного счетчика число импульсов не менее $10 * s1$ согласно таблице 6, Ю используя кнопку или генератор. Частота подачи импульсов для входа "а" не более 0.5 Гц, для входа "b" не более 3 Гц.

Таблица 6.

| код FF и/или GG | s1 | цена импульса, л/имп |
|-----------------|-----|-------------------------|
| 01 | 1 | 100 |
| 02 | 2 | 50 |
| 03 | 4 | 25 |
| 04 | 10 | 10 |
| 05 | 20 | 5 |
| 06 | 40 | 2.5 |
| 07 | 100 | 1.0 |

Приращение $\Delta V, \text{ м}^3$, показания поверяемого счетчика должно быть равно:
 $C * s1 * N$, где C- цена импульса в $\text{ м}^3/\text{имп}$, а N- целая часть числа $n/s1$, где n- число поданных импульсов.

6.2. Проведение поверки комплекта термопреобразователей

6.2.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре визуально выявляются внешние неисправности и дефекты ТС, проверяется маркировка.

Проверяется внешний вид, защитная арматура, соединительные провода. Провода должны быть одинаковой длины (± 20 мм) у обоих ТС.

Поверхность защитной арматуры ТС комплекта не должна быть загрязнена.

6.2.2. Проверка электрического сопротивления изоляции ТС

Проверка электрического сопротивления изоляции между чувствительным элементом ТС и защитной арматурой должна производиться при температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха от 45 до 80% мегомметром с рабочим напряжением 100 В.

Изоляция считается удовлетворительной, если сопротивление изоляции составляет не менее 100 МОм.

6.2.3. Определение метрологических характеристик

6.2.3.1. Экспериментальное исследование ТС

Метрологические характеристики - класс допуска ТС и погрешность комплекта - определяются по результатам измерения сопротивлений ТС при температурах 0°C и 100°C .

Сопротивления ТС при температурах вблизи 0 °С и 100 °С определять в соответствии с рекомендациями ГОСТ 8.461.

Термометры комплекта погружать в ванну нулевого и масляного термостатов на глубину не менее 0.9 L, где L - длина металлической гильзы ТС, или использовать стеклянные пробирки длиной 3L или более. Ток в цепи поверяемых ТС не должен превышать 0.5мА.

Определение сопротивлений ТС и образцового термометра производить после их выдержки в течение времени, достаточного для установления устойчивых показаний, но не менее 10 минут.

При измерении сопротивлений ТС произвести не менее трех отсчетов при прямом и обратном направлениях токов в обеих цепях.

6.2.3.2. Определение класса допуска ТС

Рассчитать среднее значение измеренных сопротивлений R_t поверяемых ТС и образцового термометра ПТС-10:

$$R_t = R_k(t) * U_T / U_K;$$

где $R_k(t)$ - сопротивление катушки (10 Ом или 1000 Ом) при температуре поверки;

U_T и U_K - средние значения измеренных напряжений на термометре и катушке соответственно;

По сопротивлению ПТС-10 определить температуры поверки $t_{пов}$ (в соответствии с паспортом и свидетельством о поверке ПТС-10).

Определить отклонения $DT_{(1,2)}$ температур поверки от точных значений 0°С и 100° С:

$$DT_1 = t_{пов1}$$

$$DT_2 = t_{пов2} - 100.0$$

Определить сопротивления поверяемых ТС при 0 °С и 100° С:

$$R_0 = R_{t0} - K_1 * Dt_1$$

$$R_{100} = R_{t100} - K_2 * Dt_2$$

где $K_1 = 1.95$, а $K_2 = 1.90$;

Для каждого ТС определить отклонение сопротивления при 0 °С от номинального значения:

$$DR_0(1,2) = R_0(1,2) - 500.0$$

Рассчитать для каждого ТС относительное сопротивление W_{100} :

$$W_{100}(1,2) = R_{100}(1,2) / R_0(1,2)$$

Определить класс допуска каждого ТС.ТС комплекта должны соответствовать классу точности не хуже “В” по ГОСТ Р 50353 - 92.

6.2.3.3. Определение погрешности комплекта

Для каждого из ТС комплекта рассчитать отклонение от НСХ при 0°С и 100 °С

$$d t_0(1,2) = \{ R_0(1,2) - 500 \} / K_1$$

$$d t_{100}(1,2) = \{ R_{100}(1,2) - 692,5 \} / K_2$$

Рассчитать погрешность Dt комплекта по формуле:

$$Dt = (d t_0 1 - d t_0 2) + (d t_{100} 1 - d t_0 1) * t_1 / 100 - (d t_{100} 2 - d t_0 2) * t_2 / 100$$

для пар температур : $t_1 = 33$ °С , $t_2 = 30$ °С ($dt = 3$ °С)

$t_1 = 70$ °С , $t_2 = 50$ °С ($dt = 20$ °С)

$t_1 = 160$ °С , $t_2 = 10$ °С ($dt = 150$ °С)

и сравнить с допускаемыми погрешностями.

Модуль относительной погрешности комплекта не должен превышать значений , рассчитанных по формуле:

$$\delta\% = (Dt/dt)*100\% = (5 / dt + 0,4)\%$$

Для расчетных пар температур пределы допускаемой погрешности комплекта составляют:

| | |
|--|------------------------|
| $t_1=43\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_2=40\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $\delta=2.1\text{ }%$ |
| $t_1=80\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_2=40\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $\delta=0.52\text{ }%$ |
| $t_1=160\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_2=10\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $\delta=0.43\text{ }%$ |

4. Оформление результатов поверки

Результаты поверки комплекта ТС заносятся в протокол по форме приложения 2.

При положительных результатах поверки комплекта ТС оформляется свидетельство о поверке комплекта ТС установленной формы.

При отрицательном результате поверки комплект бракуется и оформляется извещение о непригодности комплекта.

Результаты поверки вычислителя заносятся в протокол по форме Приложения 3.

При положительных результатах поверки вычислителя оформляется свидетельство о поверке вычислителя MULTICAL установленной формы. На обратной стороне свидетельства указывается серийный номер комплекта ТС и номер свидетельства о поверке комплекта ТС.

При отрицательном результате поверки вычислитель бракуется и оформляется извещение о его непригодности к применению.

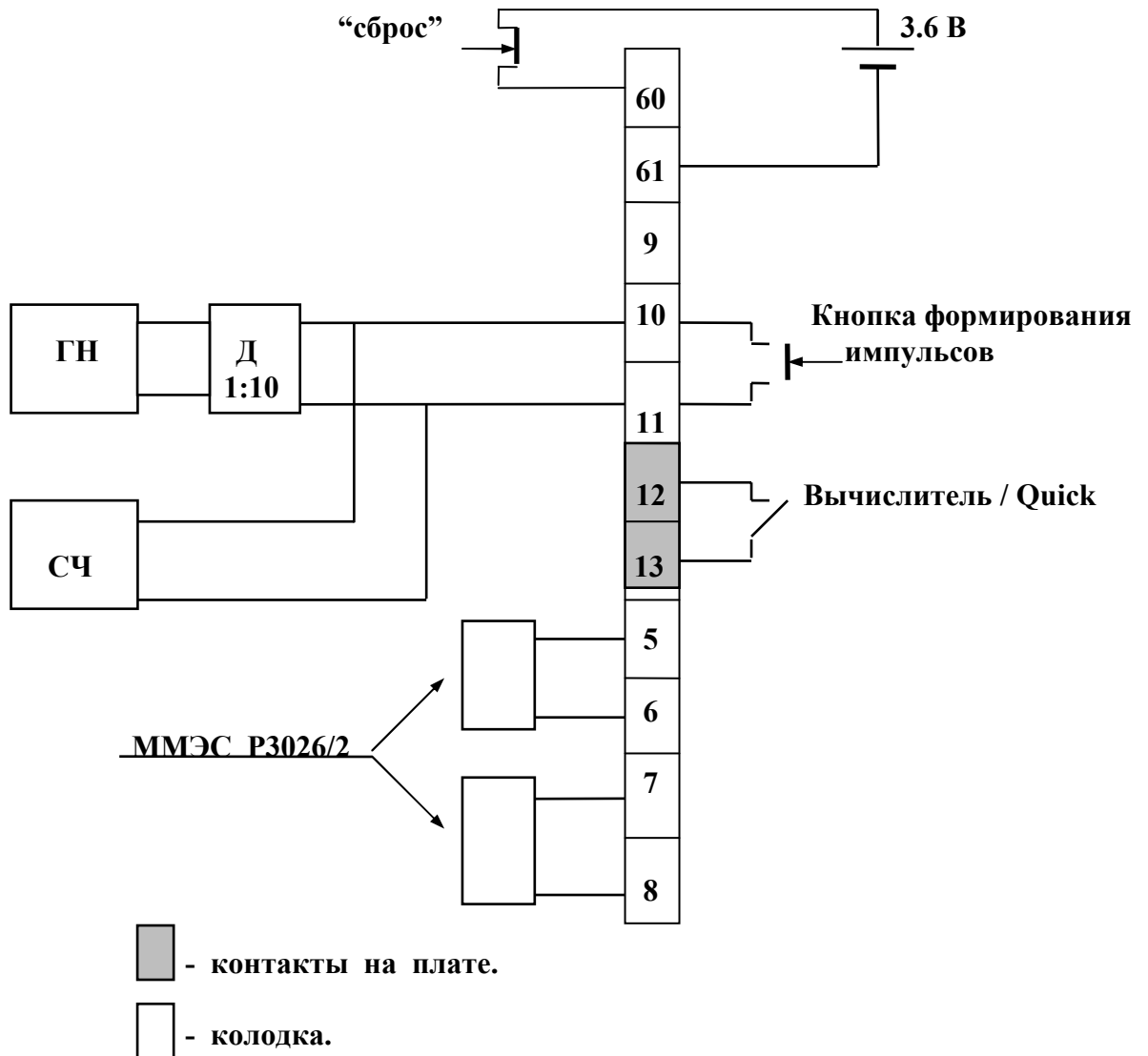
Приложения:

Приложение 1. Схема подключения эталонных средств измерения.

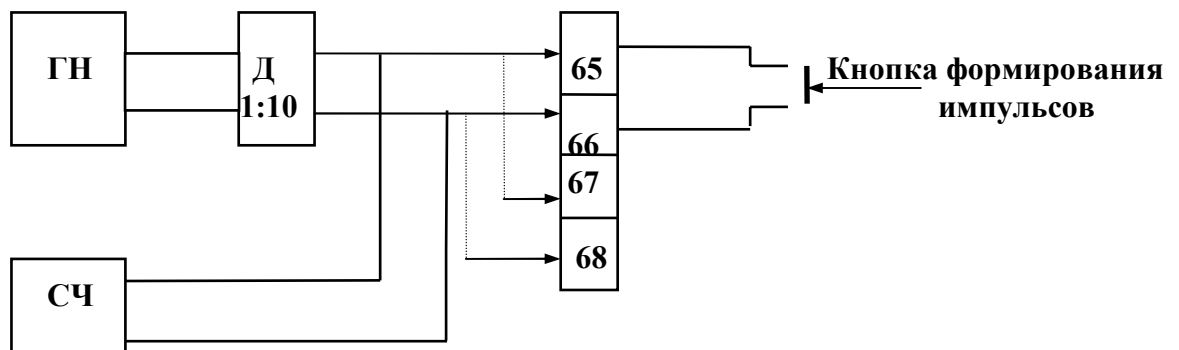
Приложение 2. Форма протокола поверки комплекта ТС.

Приложение 3. Форма протокола поверки вычислителя.

Схема
подключения эталонных СИ и других вспомогательных устройств к колодкам и контактам крышки вычислителя MULTICAL при поверке



При наличии модуля дополнительных счетчиков.



ГН - генератор сигналов

СЧ - счетчик импульсов

Д - делитель 1:10 из комплекта генератора

Медные провода, присоединяющие меры Р3026/2, должны иметь сечение не менее 0.25 мм^2 при длине не более 1м и быть одинаковой длины.

Протокол поверки комплекта термопреобразователей

Тип _____ S/N _____

Дата поверки " _____ " _____ 200__ г.

Условия поверки: температура °C
 влажность воздуха %

Дефекты, установленные при внешнем осмотре:

| Определение класса допуска ТС | | | Определение погрешности комплекта | | |
|---|-----------|------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Характеристика | “горячий” | “холодный” | Значение температур, °C | Погрешность комплекта, % | Предел допускаемой погрешности, % |
| R при t=0 °C | | | 43.....40 | | |
| R при t=100 °C | | | | | |
| $W_{100}=R_{100}/R_0$ | | | 80.....40 | | |
| R₀ - 500,0 | | | | | |
| W₁₀₀ - 1,385 | | | 160.....10 | | |

Результат поверки _____
 (годен, не годен)

Поверитель _____
 (подпись)

Проверка работоспособности каналов водосчетчика а и в
(заполняется при их наличии)

| Обозначение канала | Количество задаваемых импульсов N | Коэффициент преобразования л/имп | Расчетное значение приращения объема $\Delta V \text{ м}^3$ | Показания вычислителя до подачи импульсов м^3 | Показания вычислителя после подачи импульсов м^3 | Действительное значение приращения объема $\Delta V \text{ м}^3$ |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|--|---|--|
| А | | | | | | |
| В | | | | | | |

Результат поверки _____
(годен, не годен)

Поверитель _____
(подпись)