

С о г л а с о в а н о

Руководитель ГЦИ СИ

ФГУ «Нижегородский ЦСМ»

\_\_\_\_\_ И. И. Решетник

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2008 г.

У т в е р ж д а ю

Главный конструктор

ООО НТО «Терси»

\_\_\_\_\_ А.В.Пастухов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008 г.

**Системы измерительно-управляющие на основе программно-технического комплекса «Каскад-САУ»**

**Методика поверки  
ГУКН 421457.002 РЭ1**

2008

Настоящая методика распространяется на систему измерительно-управляющие на основе программно-технического комплекса «Каскад-САУ» ГУКН 421457.002, предназначенную для измерения физических величин (давление, перепад давления, температура, уровень жидких сред, напряжение, сила тока, расход жидких и газообразных сред, количество тепловой и электрической энергии, вибрация, концентрация газа) с помощью датчиков, установленных на технологическом оборудовании, регистрации и обработки результатов измерений, формирования команд и воздействий на объекты управления и регулирования, и устанавливает методы и средства её первичной и периодической поверки.

Область применения систем – автоматизация технологических процессов, технический и коммерческий учёт расхода жидких и газообразных сред, количества тепловой и электрической энергии на объектах различных отраслей промышленности.

Первичную поверку системы проводят после монтажа, наладки и ввода в постоянную эксплуатацию. Периодическую поверку проводят в процессе эксплуатации.

Поверку датчиков, применяемых в составе системы, проводят через межповерочный интервал согласно документам по поверке, указанным в их эксплуатационной документации.

Межповерочный интервал – 2 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

Таблица 1

№ п/п	Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр.	7.1	+	+
2	Опробование	7.2	+	+
3	Определение метрологических характеристик	7.3	+	+
3.1	Определение основной приведенной погрешности измерения физических величин с помощью датчиков, имеющих выход в виде сигнала постоянного тока и постоянного напряжения	7.3.1	+	+
3.2	Определение приведенной погрешности каналов измерения температуры с помощью термопреобразователей сопротивления	7.3.2	+	+
3.3	Определение приведенной погрешности каналов измерения температуры с помощью термопар	7.3.3	+	+
3.4	Проверка обеспечения измерения, регистрации и обработки импульсных сигналов	7.3.4	+	+
3.5	Определение относительной погрешности вычисления расхода и объема природного газа в соответствии с правилами ПР 50.2.019-2006 с использованием турбинных и ротационных счетчиков, имеющих импульсный выход	7.3.5	+	+

Продолжение таблицы 1

№ п/п	Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
3.6	Определение относительной погрешности вычисления расхода и объема природного газа по методике выполнения измерений с помощью сужающих устройств (СУ)	7.3.6	+	+
3.7	Определение приведенной погрешности каналов регулирования при задании аналогового сигнала постоянного тока	7.3.7	+	+
3.8	Определение абсолютной погрешности каналов импульсного регулирования	7.3.8	+	+
3.9	Определение абсолютной погрешности измерения времени АРМ оператора	7.3.9	+	+
3.10	Определение времени рассогласования между КП и АРМ оператора	7.3.10	+	+

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Применяемые для поверки средства измерений приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Обозначение документа на поставку (изготовление)	Требуемые характеристики
Калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ-2000(3 шт.)	фирма «Элемер», Россия, ТУ 4381-031-13282997-00	Воспроизведение: 4-20мА, $\pm 0,05$ %; Воспроизведение 0-5 В, 0-10 В, $\pm 0,05$ %; Измерение: 4-20 мА, $\pm 0,05$ мА, Измерение : 0-10 В, $\pm 2,5$ мВ
Генератор импульсов Г5-82 (1шт.)	3.269.005ТУ	Генерация импульсов прямоугольной формы с параметрами: -амплитуда от 5 до 24 В; -частота от 0,1 до 25 Гц; -длительность 20мс.
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1 (1шт.)	ДЛИ2.721.007-02ТУ	Счет количества импульсов с амплитудой от 5 до 24 В.
Осциллограф С9-8	Е32.044.023ТУ	Измерение временных характеристик однократных импульсов в диапазоне от 2 до 500 мс, $\pm 0,7$ %;

Продолжение таблицы 2

Наименование	Обозначение документа на поставку (изготовление)	Требуемые характеристики
Гигрометр психометрический ВИТ-2	ТУ 25-11.1645	Диапазон измерений от 0 до 50 °С, погрешность измерения температуры не более $\pm 1$ °С и погрешность измерения относительной влажности, не более $\pm 5$ %
Барометр-анероид контрольный М-67	ТУ 25.04-1797	Диапазон измерений от 600 до 800 мм рт. ст., погрешность измерения не более $\pm 0,8$ мм рт. ст.
Термометр ртутный стеклянный	ТУ 25-11-1199	Диапазон измерений от минус 40 до плюс 50 °С, пределы допускаемой погрешности $\pm 1$ °С
Секундомер СДСпр-1	ТУ 25-1810.0021-90	0-30 мин, цена деления 0,1 секунды
Приёмник сигналов точного времени ГСВЧ РФ (тип РЧ011)	ИТ.ЦА.468731.001ТУ	Задержка сигнала не более 10мс

2.2 Применяемые для поверки средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих измерение параметров с требуемой точностью.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Проведение поверки должен выполнять персонал, аттестованный в соответствии ПР 50.2.012-94 "Порядок аттестации поверителей средств измерений", прошедший инструктаж по технике безопасности и освоивший работу с системой.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 К работе по поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на систему и ее составные части, инструкции по эксплуатации средств измерений, применяемых при поверке, а также прошедшие местный инструктаж по безопасности труда.

4.2 При проведении поверки системы необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75 "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей", правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", и указаниями по технике безопасности, оговоренными в технических описаниях, инструкциях по эксплуатации применяемых средств измерений и средств вычислительной техники.

4.3 Источником электроопасности при работе с системой являются цепи сетевого напряжения 220В.

4.4 Для защитного заземления технологического оборудования и измерительной аппаратуры болты и клеммы, возле которых имеются знаки заземления, необходимо

присоединить к контуру заземления, имеющемуся в помещении.

4.5 Работу с системой может производить технический персонал, имеющий квалификационную группу по технике безопасности не ниже III.

## **5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- напряжение питания переменного тока от 187 до 242 В;
- частота переменного тока  $(50 \pm 1)$  Гц.

## **6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

6.1 Перед проведением поверки поверяемые компоненты системы следует прогреть в течение 0,5 часа, эталонные СИ – в соответствии с эксплуатационной документацией.

6.2 Подготовка измерительных каналов системы к поверке, включение соединительных устройств, заземление, выполнение операций при проведении контрольных измерений осуществляется в соответствии с требованиями проектной документацией и руководством по эксплуатации ГУКН 421457.002 РЭ.

6.3 Поверка проводится на месте эксплуатации системы, результаты измерений считываются по АРМ оператора, входящего в систему.

## **7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

7.1 Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие эксплуатационной документации на систему (руководства по эксплуатации ГУКН 421457.002-ХХРЭ, руководства оператора ГУКН 421457.002-ХХРО, руководства администратора ГУКН 421457.002-ХХРА, формуляра на систему ГУКН 421457.002-ХХФО, формуляры на входящие в состав системы КП) и действующих свидетельств о поверке на датчики;
- соответствие действительной комплектности системы комплектности, приведенной в формуляре на систему ГУКН 421457.002-ХХ ФО и в формулярах на входящие в состав системы КП ГУКН.421447.00L-M-N-РФО;
- отсутствие механических повреждений составных частей системы;

Примечания:

1. Символы ХХ в обозначении документов на систему соответствуют порядковому номеру системы, присваиваемому разработчиком при выполнении конкретного проекта системы.

2. Символ L в обозначении документа на КП соответствует типу изделия, символы M, N, P обозначают соответственно вариант климатического исполнения, наличие алгоритмической обработки, тип резервирования компонентов.

## 7.2 Опробование.

Опробование системы производится при её функционировании в рабочем режиме.

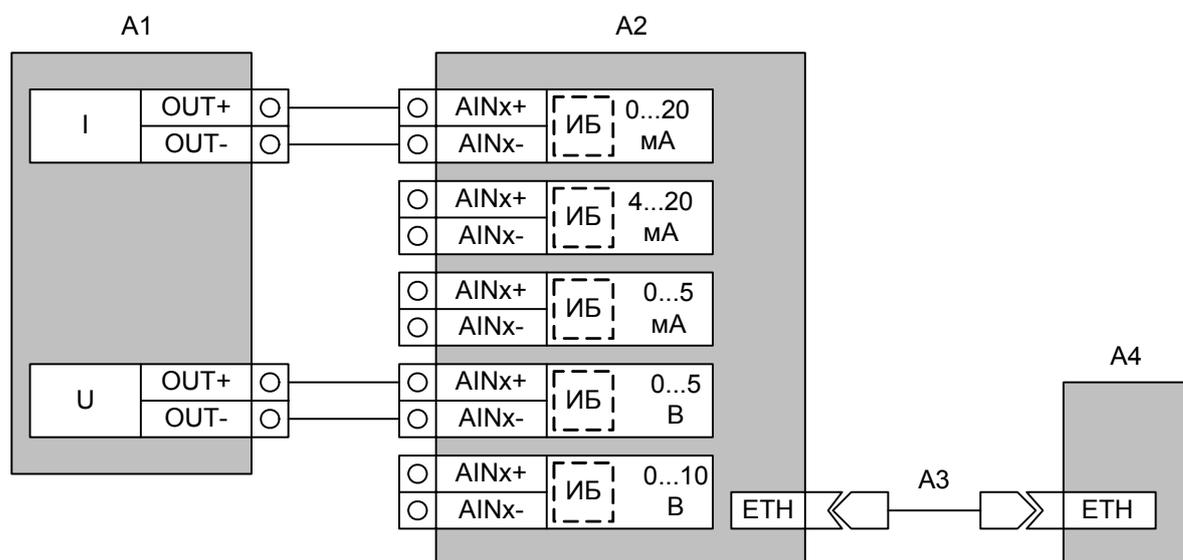
Проверить на АРМ оператора отображение измеряемых параметров, отсутствие сообщений об ошибках и неисправностях, отсутствие свечения индикаторов неисправностей на блоках и модулях системы.

При выполнении вышеуказанных требований считается, что опробование прошло успешно.

## 7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение основной приведенной погрешности измерения физических величин (давление, перепад давления, температура, уровень жидких сред, расход жидких и газообразных сред, напряжение, сила тока, количество и мощность электрической энергии, параметры вибрации, концентрация газа) с помощью датчиков, имеющих выход в виде сигнала постоянного тока с диапазоном от 0 до 20 мА, от 0 до 5 мА, от 4 до 20 мА, или постоянного напряжения с диапазонами от 0 до 5 В, от 0 до 10 В

7.3.1.1 Схема для проверки измерительных каналов с токовым входом и каналов с входом по напряжению изображена на рисунке 1.



Поз.	Наименование
A1	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ 2000
A2	КП, ГУКН.421447.00L-M-N-P
A3	Кабель Ethernet
A4	АРМ оператора, ГУКН.466451.002-1-0
ИБ	Барьер искрозащиты

Рисунок 1 - Схема проверки измерительных каналов с токовым входом и каналов с входом по напряжению

7.3.1.2 Отсоединить сигнальные провода проверяемого канала КП А2 от соответствующего датчика и подключить к калибратору А1.

7.3.1.3 Установить на калибраторе А1 в соответствии с руководством по его эксплуатации, режим генерации тока (напряжения).

7.3.1.4 Последовательно подать на вход канала не менее пяти значений тока (напряжения), равномерно распределенных по диапазону входного сигнала, включая начальное и конечное значения диапазона. Для каждого значения установленного тока (напряжения) снять данные результатов измерения физической величины в проверяемом канале по показаниям на АРМ оператора А4.

7.3.1.5 Рассчитать для каждого измеренного значения основные приведенные погрешности измерения без учета погрешности датчиков по формуле (1).

$$\gamma_k = \frac{A_{изм} - A_{зад}}{A_{макс} - A_{мин}} \times 100\%, \quad (1)$$

где  $\gamma_k$  – основная приведенная погрешность измерения канала;

$A_{макс}$  – максимальное значение тока (напряжения) в данном канале;

$A_{мин}$  – минимальное значение тока (напряжения) в данном канале;

$A_{изм}$  – измеренное значение тока (напряжения);

$A_{зад}$  – заданное значение тока (напряжения).

7.3.1.6 Рассчитать для каждого значения основные приведенные погрешности измерения с учетом погрешности датчиков по формуле (2).

$$\gamma = 1,1(\gamma_k^2 + \gamma_d^2)^{0,5}, \quad (2)$$

где  $\gamma$  – основная приведенная погрешность измерения;

$\gamma_k$  – основная приведенная погрешность измерения канала;

$\gamma_d$  – основная приведенная погрешность датчика.

7.3.1.7 Выполнить действия по пп. 7.3.1.2 – 7.3.1.6 для всех типов измерительных каналов с токовым входом и каналов с входом по напряжению контролируемого пункта А2.

7.3.1.8 Для каналов, содержащих барьеры искрозащиты, рассчитать основную приведенную погрешность измерения с учетом погрешности датчиков по формуле (3).

$$\gamma = 1,1(\gamma_{киб}^2 + \gamma_d^2)^{0,5}, \quad (3)$$

где  $\gamma$  – основная приведенная погрешность измерения;

$\gamma_{киб}$  – основная приведенная погрешность измерения канала с барьером искрозащиты;

$\gamma_d$  – основная приведенная погрешность датчика.

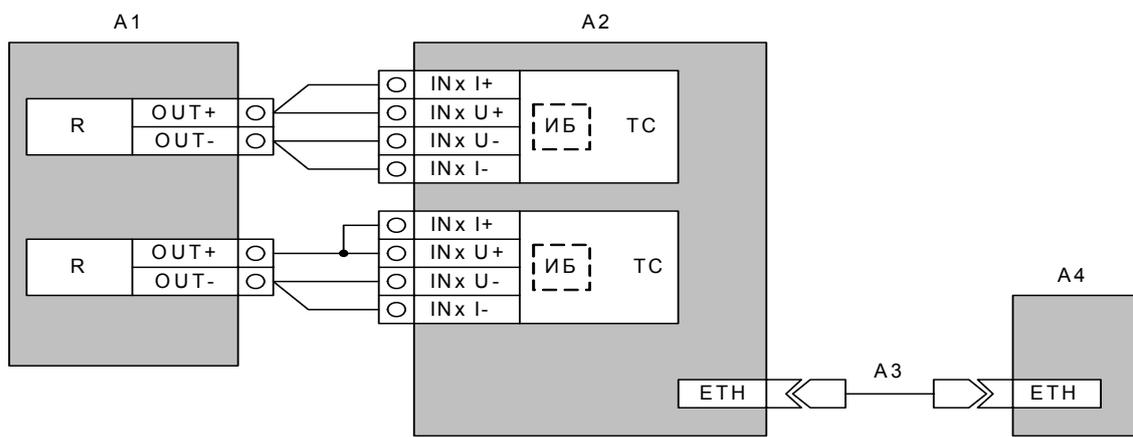
7.3.1.9 Результаты проверки считают удовлетворительными, если основная приведенная погрешность каналов измерения физических величин:

- без учета погрешности датчика, находится в пределах  $\pm 0,15$  % (без барьера искрозащиты в составе канала) и  $\pm 0,20$  % (с барьером искрозащиты в составе канала);

- с учетом погрешности датчика, находится в пределах значений, указанных в таблице А.1 приложения А.

7.3.2 Определение приведенной погрешности каналов измерения температуры с помощью термопреобразователей сопротивления

7.3.2.1 Схема для проверки измерительных каналов измерения температуры от термопреобразователей сопротивления изображена на рисунке 2.



Поз.	Наименование
A1	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ 2000
A2	КП, ГУКН.421447.00L-M-N-P
A3	Кабель Ethernet
A4	АРМ оператора, ГУКН.466451.002-1-0
ИБ	Барьер искрозащиты

Рисунок 2 - Схема проверки каналов измерения температуры от термопреобразователей сопротивления

7.3.2.2 Отсоединить сигнальные провода проверяемого канала КП А2 от соответствующего датчика и подключить к калибратору А1 по четырехпроводной схеме подключения.

7.3.2.3 Установить на калибраторе А1 в соответствии с руководством по его эксплуатации, режим генерации сопротивления.

7.3.2.4 Выбрать значение температуры  $T_{зад}$ , при котором определяется погрешность из диапазона для ТС с характеристиками по ГОСТ 6651-94 (по требованию Заказчика) типа ТСП, с  $R_0=50 \text{ Ом}$ ,  $W_{100}=1,3910$  в соответствии с таблицей А.2 приложения А или для ТС с характеристиками по ГОСТ Р 8.625-2006 типа ТСП, с  $R_0=50 \text{ Ом}$ ,  $\alpha=0,00385^\circ\text{C}^{-1}$  в соответствии с таблицей А.3 приложения А.

7.3.2.5 Установить на выходе калибратора сопротивление, соответствующее выбранному значению температуры  $T_{зад}$ . Сопротивление, соответствующее выбранному значению температуры, определяется по таблицам ГОСТ 6651-94 или ГОСТ Р 8.625-2006 для выбранной номинальной статической характеристики ТС.

7.3.2.6 Снять значение температуры  $T_{изм}$  по показаниям АРМ оператора.

7.3.2.7 Выполнить операции п.п. 7.3.2.4 – 7.3.2.6 не менее чем для пяти значений температуры, равномерно распределенных по диапазону измерения проверяемого канала, включая начальное и конечное значения диапазона измерения.

7.3.2.8 Рассчитать для каждого измеренного значения приведенные погрешности измерения температуры с помощью ТС, без учета погрешности датчиков по формуле (4).

$$\gamma_{Тк} = \frac{T_{изм} - T_{зад}}{T_{макс} - T_{мин}} \times 100\%, \quad (4)$$

где  $\gamma_{Тк}$  – приведенная погрешность канала измерения температуры;

$T_{изм}$  – измеренное значение температуры;

$T_{зад}$  – заданное значение температуры;

$T_{макс}$  – максимальное значение измеряемой температуры в данном канале;

$T_{мин}$  – минимальное значение измеряемой температуры в данном канале.

7.3.2.9 Выполнить п.п. 7.3.2.4 – 7.3.2.8 для всех типов ТС, приведенных в таблице А.2 или таблице А.3.

7.3.2.10 Рассчитать для каждого измеренного значения приведенные погрешности измерения температуры с помощью ТС с учетом погрешности датчиков по формуле (5).

$$\gamma_T = 1,1(\gamma_{Тк}^2 + \gamma_{Тд}^2)^{0,5}, \quad (5)$$

где  $\gamma_T$  – приведенная погрешность измерения;

$\gamma_{Тк}$  – приведенная погрешность канала измерения температуры;

$\gamma_{Тд}$  – приведенная погрешность датчика с характеристиками по ГОСТ 6651-94 в соответствии с таблицей А.4 приложения А или с характеристиками по ГОСТ Р 8.625-2006 в соответствии с таблицей А.5 приложения А.

7.3.2.11 Для каналов содержащих барьеры искрозащиты рассчитать приведенную погрешность измерения с учетом погрешности датчиков по формуле (6).

$$\gamma_T = 1,1(\gamma_{Тк\bar{б}}^2 + \gamma_{Тд}^2)^{0,5}, \quad (6)$$

где  $\gamma_T$  – приведенная погрешность измерения;

$\gamma_{к\bar{б}}$  – приведенная погрешность измерения канала с барьером искрозащиты;

$\gamma_{Тд}$  – приведенная погрешность датчика.

7.3.2.12 Подключить выходные клеммы калибратора А1 к входным клеммам соответствующего проверяемого канала контролируемого пункта А2 по трехпроводной схеме подключения и выполнить п.п. 7.3.2.4 – 7.3.2.11.

7.3.2.13 Результаты проверки считать удовлетворительными, если:

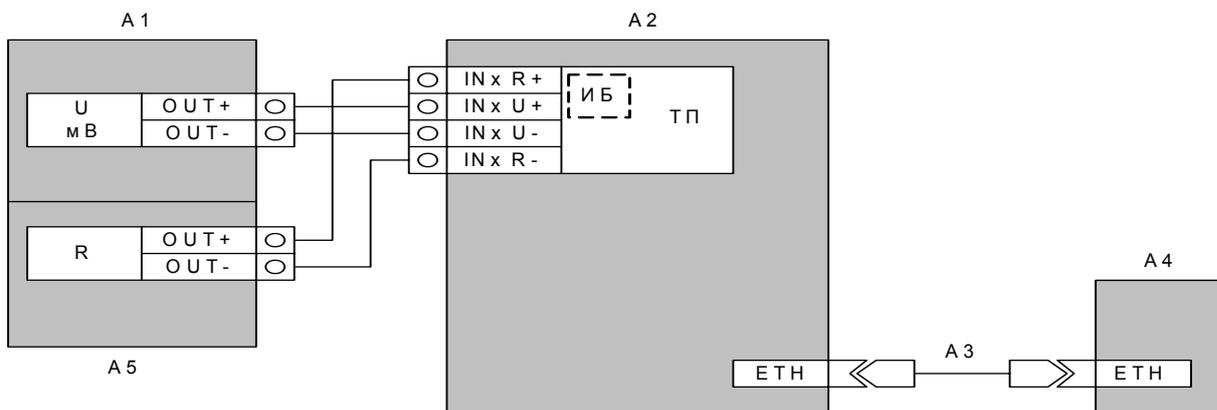
- приведенная погрешность каналов измерения температуры, без учета погрешности термопреобразователей сопротивления (ТС), находится в пределах  $\pm 0,1$  % (без барьера искрозащиты в составе канала);

- основная приведенная погрешность каналов измерения температуры, без учета погрешности ТС, находится в пределах  $\pm 0,16$  % (с барьером искрозащиты в составе канала);

- приведенная погрешность каналов измерения температуры, с учетом погрешности ТС, находится в пределах согласно таблицы 6 приложения А для ТС с характеристиками по ГОСТ 6651-94 или таблицы 7 приложения А для ТС с характеристиками по ГОСТ Р 8.625-2006.

7.3.3 Определение приведенной погрешности каналов измерения температуры с помощью термопар

7.3.3.1 Схема для проверки измерительных каналов измерения температуры от термопар изображена на рисунке 3.



Поз.	Наименование
A1, A5	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ 2000
A2	КП, ГУКН.421447.00L-M-N-P
A3	Кабель Ethernet
A4	АРМ оператора, ГУКН.466451.002-1-0
ИБ	Барьер искрозащиты (только в канале термопары)

Рисунок 3 - Схема проверки каналов измерения температуры от термопар

7.3.3.2 Отсоединить сигнальные провода от датчика измерения температуры холодного спая и подключить к калибратору А5.

7.3.3.3 Установить на калибраторе А5 в соответствии с руководством по его эксплуатации режим генерации сопротивления.

7.3.3.4 Выбрать значение температуры ТХСзад., при котором определяется погрешность из диапазона от минус 50 до плюс 150 °С. Установить на АРМ оператора А4 соответствующий проверяемый канал контролируемого пункта А2 в режим измерения температуры холодного спая.

7.3.3.5 Установить на выходе калибратора А5 сопротивление, соответствующее выбранному значению температуры ТХСзад. Сопротивление, соответствующее выбранному значению температуры, определяется для ТС типа ТСМ по таблицам ГОСТ 6651-94 с R0=50 Ом, W100=1,4280 или по ГОСТ Р 8.625-2006 для ТС типа М с R0=50 Ом, α=0,00428°С-1.

7.3.3.6 Снять значение температуры ТХСизм по показаниям АРМ оператора.

7.3.3.7 Выполнить операции п.п. 7.3.3.5 – 7.3.3.6 не менее чем для пяти значений температуры, равномерно распределенных по диапазону измерения проверяемого канала, включая начальное и конечное значения диапазона измерения.

7.3.3.8 Рассчитать для каждого измеренного значения приведенные погрешности измерения температуры холодного спая, без учета погрешности датчиков, по формуле (7).

$$\gamma_{ТХСк} = \frac{T_{ХСизм} - T_{ХСзад}}{200} \times 100\%, \quad (7)$$

где  $\gamma_{ТХСк}$  – приведенная погрешность канала измерения температуры холодного спая;

$T_{ХСизм}$  – измеренное значение температуры холодного спая;

$T_{ХСзад}$  – заданное значение температуры холодного спая.

7.3.3.9 Результаты проверки считать удовлетворительными, если приведенная погрешность измерения температуры холодного спая, без учета погрешности датчиков, не выходит за пределы  $\pm 0,1\%$ .

7.3.3.10 Рассчитать для каждого измеренного значения приведенные погрешности измерения температуры холодного спая с учетом погрешности датчиков по формуле (8).

$$\gamma_{T_{XC}} = 1,1 \left( \gamma_{T_{XCк}}^2 + \left( \frac{0,25 + 0,0035T_{XCзад}}{400} \times 100\% \right)^2 \right)^{0,5}, \quad (8)$$

где  $\gamma_{T_{XC}}$  – приведенная погрешность измерения температуры холодного спая с помощью термопреобразователей сопротивления, с учетом погрешности датчиков;

$\gamma_{T_{XCк}}$  – приведенная погрешность канала измерения температуры холодного спая;

$T_{XCзад}$  – заданное значение температуры холодного спая.

7.3.3.11 Результаты проверки считать удовлетворительными, если приведенная погрешность измерения температуры холодного спая с учетом погрешности датчиков не выходит за пределы  $\pm 0,24\%$ .

7.3.3.12 Отсоединить сигнальные провода проверяемого канала КП А2 от соответствующего датчика и подключить к калибратору А1.

7.3.3.13 Установить на калибраторе А1 в соответствии с руководством по его эксплуатации режим генерации напряжения.

7.3.3.14 Выбрать значение температуры  $T_{зад}$ , при котором определяется погрешность из диапазона от 0 до плюс 1100 °С для термопар типа R и S с классом допуска 1. Установить на АРМ оператора А4 соответствующий проверяемый канал контролируемого пункта А2 в режим измерения температуры термопары без компенсации температуры холодного спая.

7.3.3.15 Установить на выходе калибратора А1 напряжение, соответствующее выбранному значению температуры  $T_{зад}$ . Напряжение определяется по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 для соответствующей номинальной статической характеристики термопары.

7.3.3.16 Снять значение температуры  $T_{изм}$  по показаниям АРМ оператора.

7.3.3.17 Выполнить операции п.п. 7.3.3.14 – 7.3.3.16 не менее чем для пяти значений температуры, равномерно распределенных по диапазону измерения проверяемого канала, включая начальное и конечное значения диапазона измерения.

7.3.3.18 Рассчитать для каждого измеренного значения приведенные погрешности канала измерения температуры термопары без учета погрешности датчиков и температуры холодного спая по формуле (9).

$$\gamma_{T_{к}} = \frac{T_{изм} - T_{зад}}{T_{макс} - T_{мин}} \times 100\%, \quad (9)$$

где  $\gamma_{T_{к}}$  – приведенная погрешность канала измерения температуры термопар;

$T_{изм}$  – измеренное значение температуры;

$T_{зад}$  – заданное значение температуры;

$T_{макс}$  – максимальное значение измеряемой температуры в данном канале;

$T_{мин}$  – минимальное значение измеряемой температуры в данном канале.

7.3.3.19 Выполнить операции п.п. 7.3.3.15 - 7.3.3.18 для всех типов термопар приведенных в таблице А.8 приложения А.

7.3.3.20 Результаты проверки считать удовлетворительными, если:

- приведенная погрешность каналов измерения температуры с помощью термопар, без учета погрешности датчиков, находится в пределах  $\pm 0,1$  % (без барьера искрозащиты в составе канала).

- основная приведенная погрешность каналов измерения температуры с помощью термопар, без учета погрешности датчиков, находится в пределах  $\pm 0,16$  % (с барьером искрозащиты в составе канала).

7.3.3.21 Рассчитать для каждого измеренного значения приведенные погрешности измерения температуры термопар, с учетом погрешности датчиков и компенсацией температуры холодного спая по формуле (9).

$$\gamma_T = 1,1(\gamma_{T_k}^2 + \gamma_{T_0}^2 + \gamma_{T_{XC}}^2)^{0,5}, \quad (9)$$

где  $\gamma_T$  – приведенная погрешность измерения температуры при использовании термопар с учетом погрешности датчиков и погрешности канала компенсации холодного спая;

$\gamma_{T_k}$  – приведенная погрешность канала измерения температуры термопар;

$\gamma_{T_{XC}}$  – приведенная погрешность измерения температуры холодного спая с помощью термопреобразователей сопротивления, с учетом погрешности датчиков;

$\gamma_{T_0}$  – приведенная погрешность датчика в соответствии с таблицей А.8 приложения А.

7.3.3.22 Для каналов, содержащих барьеры искрозащиты, рассчитать приведенную погрешность измерения с учетом погрешности датчиков по формуле (10).

$$\gamma_T = 1,1(\gamma_{киб}^2 + \gamma_{T_0}^2 + \gamma_{T_{XC}}^2)^{0,5}, \quad (10)$$

где  $\gamma_T$  – приведенная погрешность измерения;

$\gamma_{киб}$  – приведенная погрешность измерения канала с барьером искрозащиты;

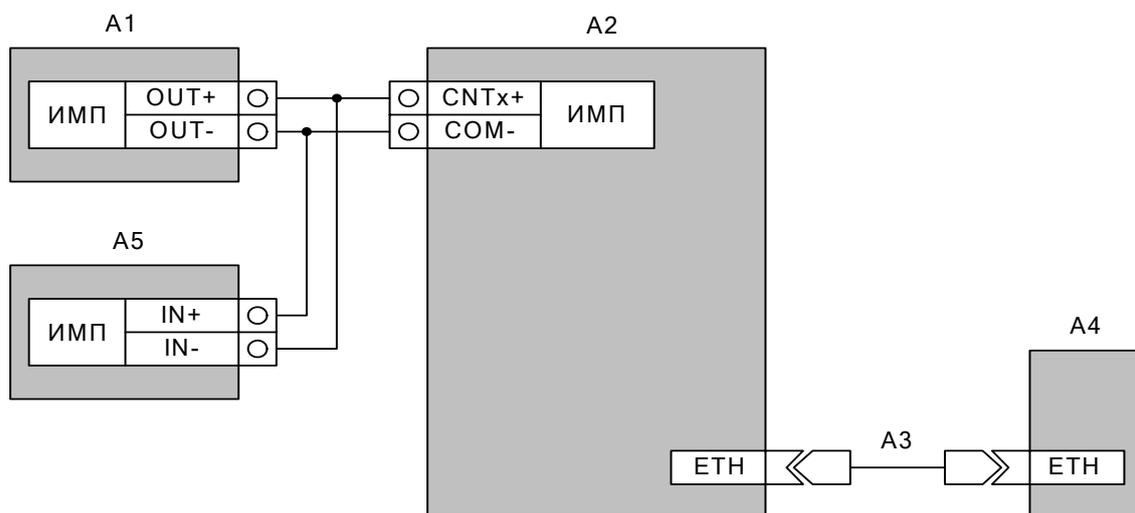
$\gamma_{T_0}$  – приведенная погрешность датчика в соответствии с таблицей А.8 приложения А;

$\gamma_{T_{XC}}$  – приведенная погрешность измерения температуры холодного спая с помощью термопреобразователей сопротивления, с учетом погрешности датчика.

7.3.3.23 Результаты проверки по п. 7.3.3.21, 7.3.3.22 считать удовлетворительными, если приведенная погрешность каналов измерения с помощью термопар, с учетом погрешности датчиков и канала компенсации холодного спая, для всех выполненных измерений находится в пределах согласно таблицы А.9 приложения А.

7.3.4 Проверка обеспечения измерения, регистрации и обработки импульсных сигналов

7.3.4.1 Схема для проверки обеспечения измерения, регистрации и обработки импульсных сигналов изображена на рисунке 4.



Поз.	Наименование
A1	Генератор Г5-82
A2	КП, ГУКН.421447.00L-M-N-P
A3	Кабель Ethernet
A4	АРМ оператора, ГУКН.466451.002-1-0
A5	Частотомер ЧЗ-63/1

Рисунок 4 - Схема проверки измерительных каналов для датчиков, имеющих импульсных выход

7.3.4.2 Установить на генераторе А1, в соответствии с руководством по его эксплуатации, режим непрерывной генерации импульсов со следующими параметрами:

- длительность 20 мс;
- период повторения 40 мс.

7.3.4.3 Установить на частотомере А5 режим счета импульсов, поступающих от генератора А1.

7.3.4.4 Отсоединить сигнальные провода от датчика импульсных сигналов и подключить к генератору А1.

7.3.4.5 Обнулить на АРМ оператора А4 показания проверяемого канала контролируемого пункта А2.

7.3.4.6 Запустить генерацию импульсов на генераторе А1, контролируя по частотомеру А5 количество поданных импульсов. При количестве поданных импульсов более 5000, остановить генерацию импульсов на генераторе А1.

7.3.4.7 Снять показания результатов измерения в проверяемом канале на АРМ оператора А4.

7.3.4.8 Выполнить операции п.п.7.3.4.5 - 7.3.4.7, установив на генераторе А1 период повторения импульсов 500 мс и 2 с.

7.3.4.9 Результаты проверки считать удовлетворительными, если измеренное количество импульсов равно количеству импульсов, поданному на вход измерительного канала по показаниям частотомера А5.

7.3.5 Определение относительной погрешности вычисления расхода и объема природного газа в соответствии с правилами ПР 50.2.019-2006 с использованием турбинных и ротационных счетчиков, имеющих импульсный выход

7.3.5.1 Установить вручную на АРМ оператора значения следующих констант:

- концентрация  $\text{CO}_2$  - 0,000668 мол. долей;
- концентрация азота - 0,00858 мол. долей;
- стандартная плотность - 0,6799 кг/м<sup>3</sup>;
- коэффициент преобразования счетчика 1 м<sup>3</sup>/имп.

7.3.5.2 Установить на АРМ оператора тип установленного метода расчета коэффициента сжатия по проверяемому каналу: NX19 или GERG-91.

7.3.5.3 Обнулить на АРМ оператора текущие показания проверяемого канала вычисления расхода КП.

7.3.5.4 Установить на АРМ оператора, в режиме имитации, значения температуры  $T_{зад}$ , давления  $P_{зад}$  и количества импульсов  $N$ , в соответствии с таблицей приложения Б.

7.3.5.5 Произвести расчет количества газа для каждой строки исходных значений таблицы приложения Б.

7.3.5.6 Рассчитать значение относительной погрешности вычисления количества газа по формуле (11).

$$\delta_{V_k} = \frac{V_{\text{выч}} - V_{\text{расч}}}{V_{\text{расч}}} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где  $\delta_{V_k}$  - относительная погрешность вычисления канала;

$V_{\text{выч}}$  – вычисленное значение расхода, определенное по АРМ оператора;

$V_{\text{расч}}$  - значение расхода, рассчитанное в соответствии с требованиями ПР 50.2.019-2006 для температуры  $T_{зад}$ , давления  $P_{зад}$  и поданного количества импульсов  $N$  с учетом установленного весового коэффициента счетчика и установленного по проверяемому каналу метода расчета коэффициента сжатия.

7.3.5.7 Результаты проверки считать удовлетворительными, если относительная погрешность для всех выполненных вычислений не выходит за пределы  $\pm 0,15\%$ .

7.3.6 Определение относительной погрешности вычисления расхода и объема природного газа по методике выполнения измерений с помощью сужающих устройств (СУ)

7.3.6.1 Установить вручную на АРМ оператора значения следующих констант:

- концентрация  $\text{CO}_2$  0,000668 мол. долей;
- концентрация азота 0,00858 мол. долей;
- стандартная плотность 0,6799 кг/м<sup>3</sup>;
- барометрическое давление – 746 мм. рт. ст.;
- количество дифманометров – 1;
- диафрагма с угловым способом отбора давления;
- диаметр сужающего устройства в стандартных условиях – 190,95 мм;
- материал СУ - сталь 12X18H10T;
- радиус закругления входной кромки - 0,05 мм;
- период поверки (в годах) – 1;
- диаметр трубопровода в стандартных условиях - 300,3 мм;

- материал трубопровода - сталь 20;

1) абсолютная эквивалентная шероховатость стенок трубопровода – 0,2 мм

7.3.6.2 Установить на АРМ оператора тип установленного метода расчета коэффициента сжатия по проверяемому каналу: NX19 или GERG-91.

7.3.6.3 Обнулить на АРМ оператора текущие показания проверяемого канала вычисления расхода контролируемого пункта.

7.3.6.4 Установить на АРМ оператора, в режиме имитации, значения температуры  $T_{зад}$ , давления  $P_{зад}$  и перепада давления  $\Delta P_{зад}$ , в соответствии с таблицей приложения В.

7.3.6.5 Произвести расчет расхода газа для каждой строки исходных значений таблицы приложения В.

7.3.6.6 Рассчитать значение относительной погрешности вычисления расхода газа по формуле (12).

$$\delta_{V_k} = \frac{Q_{выч} - Q_{расч}}{Q_{расч}} \cdot 100\%, \quad (12)$$

где  $\delta_{V_k}$  - относительная погрешность вычисления канала;

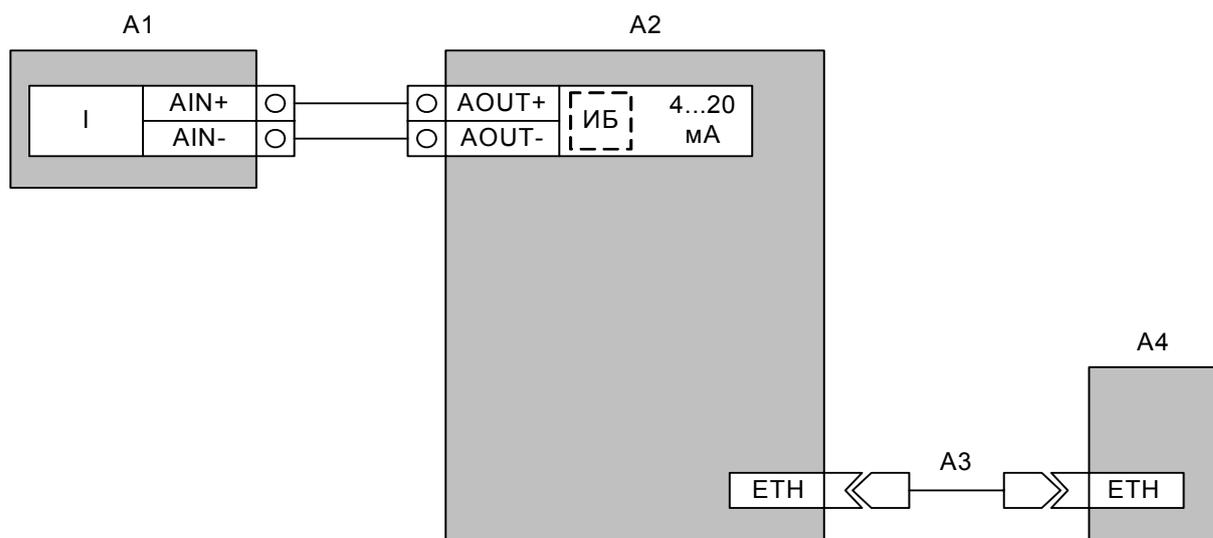
$Q_{выч}$  – измеренное значение расхода, определенное по АРМ оператора;

$Q_{расч}$  – значение расхода, рассчитанное в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.5-2005 и ГОСТ 30319.2-96 для заданных значений температуры  $T_{зад}$ , давления  $P_{зад}$ , перепада давления  $\Delta P_{зад}$  и установленного по проверяемому каналу метода расчета коэффициента сжатия.

7.3.6.7 Результаты проверки считать удовлетворительными, если относительная погрешность для всех выполненных вычислений не выходит за пределы  $\pm 0,15\%$ .

7.3.7 Определение приведенной погрешности каналов регулирования при задании аналогового сигнала постоянного тока

7.3.7.1 Схема для проверки выдачи на регулируемые устройства аналоговых сигналов постоянного тока изображена на рисунке 6.



Поз.	Наименование
A1	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ 2000
A2	КП, ГУКН.421447.00L-M-N-P
A3	Кабель Ethernet
A4	АРМ оператора, ГУКН.466451.002-1-0
ИБ	Барьер искрозащиты

Рисунок 6 - Схема проверки каналов выдачи аналоговых сигналов постоянного тока

7.3.7.2 Отсоединить сигнальные провода проверяемого канала от соответствующего исполнительного устройства. Установить на калибраторе А1 в соответствии с руководством по его эксплуатации режим измерения тока.

7.3.7.3 Задать на АРМ оператора А4 значение выходного тока  $I_{зад} = I_{мин}$ , где  $I_{мин}$  – минимальное значение диапазона установки выходного тока.

7.3.7.4 Снять показания измеренного тока на калибраторе А1.

7.3.7.5 Рассчитать приведенную погрешность установки выходного тока по формуле (14).

$$\gamma_{oI} = \frac{I_{изм} - I_{зад}}{I_{макс} - I_{мин}} \times 100\%, \quad (14)$$

где  $\gamma_{oI}$  – приведенная погрешность установки выходного тока;

$I_{макс}$  – максимальное значение диапазона установки тока;

$I_{мин}$  – минимальное значение диапазона установки тока;

$I_{изм}$  – измеренное значение тока;

$I_{зад}$  – заданное значение тока.

7.3.7.6 Выполнить пп. 7.3.7.3 - 7.3.7.5 для значений  $I_{зад} = 0,25I_{макс}$ ;

7.3.7.7 Выполнить пп. 7.3.7.3 - 7.3.7.5 для значений  $I_{зад} = 0,5I_{макс}$ ;

7.3.7.8 Выполнить пп. 7.3.7.3 - 7.3.7.5 для значений  $I_{зад} = 0,75I_{макс}$ ;

7.3.7.9 Выполнить пп. 7.3.7.3 - 7.3.7.5 для значений  $I_{зад} = I_{макс}$ ;

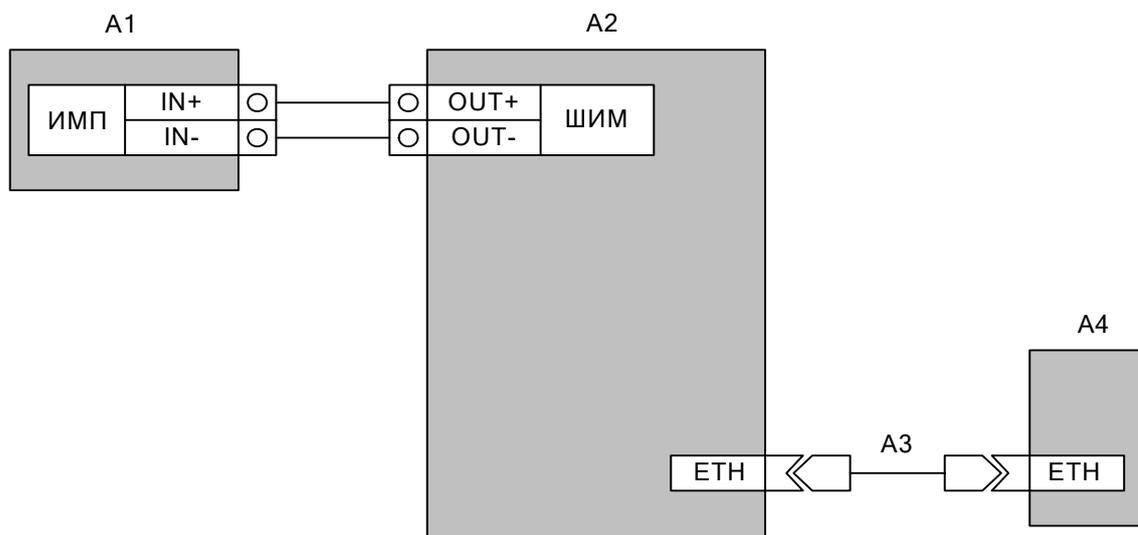
7.3.7.10 Результаты проверки считать удовлетворительными, если приведенная погрешность каналов регулирования при задании аналогового сигнала постоянного тока:

- для каналов без барьеров искрозащиты, находится в пределах  $\pm 0,2\%$ ;

- для каналов с барьерами искрозащиты, находится в пределах  $\pm 0,25\%$ .

7.3.8 Определение абсолютной погрешности каналов импульсного регулирования

7.3.8.1 Схема для проверки выдачи на регулируемые устройства сигналов импульсного регулирования изображена на рисунке 7.



Поз.	Наименование
A1	Осциллограф С9-8
A2	КП, ГУКН.421447.00L-M-N-P
A3	Кабель Ethernet
A4	АРМ оператора, ГУКН.466451.002-1-0

Рисунок 7 - Схема проверки выдачи сигналов импульсного регулирования

7.3.8.2 Отсоединить сигнальные провода проверяемого канала от соответствующего исполнительного устройства. В соответствии с руководством по эксплуатации на осциллограф установить его в запоминающий режим измерения импульсных сигналов.

7.3.8.3 Задать на АРМ оператора А4 значение длительности импульса  $T_{зад} = T_{мин}$ , где  $T_{мин}$  – минимальное значение диапазона установки длительности импульса.

7.3.8.4 Снять показания длительности импульса на осциллографе А1.

7.3.8.5 Рассчитать абсолютную погрешность установки длительности выходного импульса по формуле (15).

$$\Delta_u = T_{изм} - T_{зад}, \quad (15)$$

где  $\Delta_u$  – приведенная погрешность установки длительности импульса;

$T_{изм}$  – измеренное значение длительности импульса;

7.3.8.6  $T_{зад}$  – заданное значение длительности импульса.

7.3.8.7 Выполнить пп. 7.3.8.3 – 7.3.8.5 для значений  $T_{зад} = 0,25T_{макс}$ .

7.3.8.8 Выполнить пп. 7.3.8.3 – 7.3.8.5 для значений  $T_{зад} = 0,5T_{макс}$ .

7.3.8.9 Выполнить пп. 7.3.8.3 – 7.3.8.5 для значений  $T_{зад} = 0,75T_{макс}$ .

7.3.8.10 Выполнить пп. 7.3.8.3 – 7.3.8.5 для значений  $T_{зад} = T_{макс}$ .

7.3.8.11 Результаты проверки считать удовлетворительными, если абсолютная погрешность для всех выполненных измерений не выходит за пределы  $\pm (2 + 0,02T_{имп})$  мс.

7.3.9 Определение абсолютной погрешности измерения времени АРМ оператора.

7.3.9.1 Вызвать на экран АРМ оператора системное окно операционной системы Windows NT «ДАТА И ВРЕМЯ» двойным нажатием левой кнопкой мыши на индикатор часов на экране АРМ оператора. Указанное окно индицирует часы с секундным отсчетом для АРМ оператора.

7.3.9.2 Запустить на АРМ оператора программу удаленного администрирования конфигурационного сервера и вызвать на экран АРМ оператора окно «ДАТА И ВРЕМЯ» конфигурационного сервера двойным нажатием левой кнопкой мыши на индикатор часов в окне конфигурационного сервера на экране АРМ оператора. Указанное окно индицирует часы с секундным отсчетом для конфигурационного сервера.

7.3.9.3 По сигналу точного времени приемника точного времени ГСВЧ РФ, установить в окне конфигурационного сервера на АРМ оператора точное время. Время АРМ оператора в окне «ДАТА И ВРЕМЯ» должно синхронизироваться в соответствие со временем, установленным в окне конфигурационного сервера по заданному на АРМ расписанию синхронизации времени.

7.3.9.4 Через 24 часа по этому же сигналу точного времени включить секундомер и, в момент, когда на АРМ оператора произойдет смена часа, выключить секундомер. Если смена часа на АРМ оператора произойдет раньше сигнала точного времени, то необходимо включить секундомер при смене часа на АРМ оператора и выключить при смене часа на приемнике точного времени.

7.3.9.5 Результаты проверки считать удовлетворительными, если показания секундомера не превышают пяти секунд.

7.3.10 Определение времени рассогласования между КП и АРМ оператора

7.3.10.1 Вызвать имитацию срабатывания датчика по любому каналу приема, регистрации и обработки дискретных входных сигналов КП, информация о состоянии которого передается на АРМ оператора. В момент имитации срабатывания датчика произвести отсчет времени по часам в окне «ДАТА И ВРЕМЯ» АРМ оператора.

7.3.10.2 Сравнить отсчет времени, произведенный по АРМ оператора в момент имитации срабатывания датчика, с отсчетом времени, к которому КП привязал момент имитации срабатывания датчика (по сводке событий на АРМ оператора).

7.3.10.3 Результаты проверки считают положительными, если разность между отсчетами о времени КП и АРМ оператора находится в пределах  $\pm 5$  секунд.

## **8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

8.1 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке по ПР 50.2.006 и система признается годной к эксплуатации.

8.2 В случае отрицательного результата поверки оформляется извещение о непригодности к применению.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Таблица А.1

Основная приведенная погрешность датчика, $\gamma$ , %	Основная приведенная погрешность измерения физических величин, для канала без барьера искрозащиты, $\gamma$ , %	Основная приведенная погрешность измерения физических величин, для канала с барьером искрозащиты, $\gamma$ , %
$\pm 0,015, \pm 0,025,$ $\pm 0,04, \pm 0,05, \pm 0,065,$ $\pm 0,075, \pm 0,1$	$\pm 0,20$	$\pm 0,25$
$\pm 0,15$	$\pm 0,24$	$\pm 0,28$
$\pm 0,2$	$\pm 0,28$	$\pm 0,31$
$\pm 0,25$	$\pm 0,33$	$\pm 0,35$
$\pm 0,4$	$\pm 0,47$	$\pm 0,49$
$\pm 0,5$	$\pm 0,58$	$\pm 0,59$
$\pm 1,0$	$\pm 1,20$	$\pm 1,20$
$\pm 1,5$	$\pm 1,70$	$\pm 1,70$
$\pm 2,5$	$\pm 2,60$	$\pm 2,60$
$\pm 3,0$	$\pm 3,30$	$\pm 3,30$
$\pm 5,0$	$\pm 5,50$	$\pm 5,50$

Таблица А.2

Тип ТС	Номинальное значение сопротивление $R_0$ при 0 °С, Ом	Номинальное значение $W_{100}$	Диапазон измеряемых температур, °С
Платиновый (ТСП)	50	1,3910	от минус 260 до плюс 1100
	50	1,3850	от минус 200 до плюс 850
	100	1,3910	от минус 260 до плюс 1100
	100	1,3850	от минус 200 до плюс 850
	500	1,3910	от минус 260 до плюс 1100
	500	1,3850	от минус 200 до плюс 850
Медный (ТСМ)	50	1,4280	от минус 200 до плюс 200
	50	1,4260	от минус 50 до плюс 200
	100	1,4280	от минус 200 до плюс 200
	100	1,4260	от минус 50 до плюс 200
Никелевый (ТСН)	100	1,6170	от минус 60 до плюс 180

Таблица А.3

Тип ТС	Номинальное значение сопротивление $R_0$ при 0 °С, Ом	Температурный коэффициент $\alpha$ , °С <sup>-1</sup>	Диапазон измеряемых температур, °С
Платиновый (Pt)	50	0,00385	от минус 200 до плюс 850
	100		
	500		
Платиновый (П)	50	0,00391	от минус 200 до плюс 850
	100		
	500		
Медный (М)	50	0,00428	от минус 180 до плюс 200
	100		
Никелевый (Н)	100	0,00617	от минус 60 до плюс 180

Таблица А.4

Тип ТС	Класс допуска	Температурный диапазон, °С	Приведенная погрешность датчика, $\gamma_{T_0}$ , %
Платиновый (ТСП)	А	от минус 220 до плюс 850	$\pm \frac{0,15 + 0,002 T_{изм} }{1070} \times 100\%$
	В	от минус 220 до плюс 1100	$\pm \frac{0,3 + 0,005 T_{изм} }{1320} \times 100\%$
	С	от минус 100 до плюс 300	$\pm \frac{0,6 + 0,008 T_{изм} }{400} \times 100\%$
		от плюс 850 до плюс 1100	$\pm \frac{0,6 + 0,008 T_{изм} }{250} \times 100\%$
Медный (ТСМ)	А	от минус 50 до плюс 120	$\pm \frac{0,15 + 0,002 T_{изм} }{170} \times 100\%$
	В	от минус 200 до плюс 200	$\pm \frac{0,25 + 0,0035 T_{изм} }{400} \times 100\%$
	С	от минус 200 до плюс 200	$\pm \frac{0,5 + 0,0065 T_{изм} }{400} \times 100\%$
Никелевый (ТСН)	С	от минус 60 до 0	$\pm \frac{0,3 + 0,0165 T_{изм} }{60} \times 100\%$
	С	от 0 до плюс 180	$\pm \frac{0,3 + 0,008 T_{изм} }{180} \times 100\%$

Таблица А.5

Тип ТС	Класс допуска	Температурный диапазон, °С	Приведенная погрешность датчика, $\gamma_{T_0}$ , %
Платиновый (Pt, П), проволочный ЧЭ	АА	от минус 50 до плюс 250	$\pm \frac{0,1 + 0,0017 T_{изм} }{300} \times 100\%$
	А	от минус 100 до плюс 450	$\pm \frac{0,15 + 0,002 T_{изм} }{550} \times 100\%$
	В	от минус 196 до плюс 660	$\pm \frac{0,3 + 0,005 T_{изм} }{856} \times 100\%$
	С	от минус 196 до плюс 660	$\pm \frac{0,6 + 0,01 T_{изм} }{856} \times 100\%$
Платиновый (Pt, П), пленочный ЧЭ	АА	от минус 50 до плюс 250	$\pm \frac{0,1 + 0,0017 T_{изм} }{300} \times 100\%$
	А	от минус 50 до плюс 450	$\pm \frac{0,15 + 0,002 T_{изм} }{500} \times 100\%$
	В	от минус 50 до плюс 600	$\pm \frac{0,3 + 0,005 T_{изм} }{650} \times 100\%$
	С	от минус 50 до плюс 600	$\pm \frac{0,6 + 0,01 T_{изм} }{650} \times 100\%$
Медный (М)	А	от минус 50 до плюс 120	$\pm \frac{0,15 + 0,002 T_{изм} }{170} \times 100\%$
	В	от минус 50 до плюс 200	$\pm \frac{0,3 + 0,005 T_{изм} }{250} \times 100\%$
	С	от минус 180 до плюс 200	$\pm \frac{0,6 + 0,01 T_{изм} }{380} \times 100\%$
Никелевый (Н)	С	от минус 60 до плюс 180	$\pm \frac{0,6 + 0,01 T_{изм} }{240} \times 100\%$

Таблица А.6

Тип ТС	Класс допуска	Температурный диапазон, °С	Приведенная погрешность измерения температуры, для канала без барьера искрозащиты, $\gamma_T$ , %	Основная приведенная погрешность измерения температуры, для канала с барьером искрозащиты, $\gamma_T$ , %
Платиновый (ТСП)	A	от минус 220 до плюс 850	$\pm 0,22$	$\pm 0,26$
	B	от минус 220 до плюс 1100	$\pm 0,50$	$\pm 0,52$
Платиновый (ТСП)	C	от минус 100 до плюс 300	$\pm 0,84$	$\pm 0,85$
		от плюс 850 до плюс 1100	$\pm 4,20$	$\pm 4,20$
Медный (ТСМ)	A	от минус 50 до плюс 120	$\pm 0,28$	$\pm 0,31$
	B	от минус 200 до плюс 200	$\pm 0,28$	$\pm 0,31$
	C	от минус 200 до плюс 200	$\pm 0,51$	$\pm 0,52$
Никелевый (ТСН)	C	от минус 60 до 0	$\pm 2,40$	$\pm 2,40$
	C	от 0 до плюс 180	$\pm 1,10$	$\pm 1,10$

Таблица А.7

Тип ТС	Класс допуска	Температурный диапазон, °С	Приведенная погрешность измерения температуры, для канала без барьера искрозащиты $\gamma_T$ , %	Основная приведенная погрешность измерения температуры, для канала с барьером искрозащиты, $\gamma_T$ , %
Платиновый (Pt, П), проволочный ЧЭ	AA	от минус 50 до плюс 250	$\pm 0,23$	$\pm 0,26$
	A	от минус 100 до плюс 450	$\pm 0,24$	$\pm 0,28$
	B	от минус 196 до плюс 660	$\pm 0,48$	$\pm 0,5$
	C	от минус 196 до плюс 660	$\pm 0,94$	$\pm 0,95$
Платиновый (Pt, П), пленочный ЧЭ	AA	от минус 50 до плюс 250	$\pm 0,23$	$\pm 0,26$
	A	от минус 50 до плюс 450	$\pm 0,26$	$\pm 0,29$
	B	от минус 50 до плюс 600	$\pm 0,57$	$\pm 0,59$
	C	от минус 50 до плюс 600	$\pm 1,20$	$\pm 1,20$
Медный (М)	A	от минус 50 до плюс 120	$\pm 0,28$	$\pm 0,31$
	B	от минус 50 до плюс 200	$\pm 0,58$	$\pm 0,6$
	C	от минус 180 до плюс 200	$\pm 0,76$	$\pm 0,78$

Продолжение таблицы А.7

Тип ТС	Класс допуска	Температурный диапазон, °С	Приведенная погрешность измерения температуры, для канала без барьера искрозащиты $\gamma_T$ , %	Основная приведенная погрешность измерения температуры, для канала с барьером искрозащиты, $\gamma_T$ , %
Никелевый (Н)	С	от минус 60 до плюс 180	±1,20	±1,20

Таблица А.8

Тип ТП	Класс допуска	Температурный диапазон, °С	Приведенная погрешность датчика, $\gamma_{ТД}$ , %
Р и S	1	от 0 до плюс 1100	±0,091
Р и S	1	от плюс 1100 до плюс 1600	$\pm \frac{1,0 + 0,002(T_{изм} - 1100)}{500} \times 100\%$
Р и S	2	от 0 до плюс 600	±0,25
Р и S	2	от плюс 600 до плюс 1600	$\pm \frac{0,0025T_{изм}}{1000} \times 100\%$
В	2	от плюс 600 до плюс 1800	$\pm \frac{0,0025T_{изм}}{1200} \times 100\%$
В	3	от плюс 600 до плюс 800	±2,0
В	3	от плюс 800 до плюс 1800	$\pm \frac{0,005T_{изм}}{1000} \times 100\%$
J	1	от минус 40 до плюс 375	±0,36
J	1	от плюс 375 до плюс 750	$\pm \frac{0,004T_{изм}}{375} \times 100\%$
J	2	минус 40 до плюс 333	±0,67
J	2	от плюс 333 до плюс 900	$\pm \frac{0,0075T_{изм}}{567} \times 100\%$
T	1	от минус 40 до плюс 125	±0,3
T	1	от плюс 125 до плюс 350	$\pm \frac{0,004T_{изм}}{225} \times 100\%$
T	2	от минус 40 до плюс 135	±0,57

Продолжение таблицы А.8

Тип ТП	Класс допуска	Температурный диапазон, °С	Приведенная погрешность датчика, γТД, %
Т	2	от плюс 135 до плюс 400	$\pm \frac{0,0075T_{изм}}{265} \times 100\%$
Т	3	от минус 200 до минус 66	$\pm \frac{0,015 T_{изм} }{134} \times 100\%$
Т	3	от минус 66 до плюс 40	$\pm 0,94$
К и N	1	от минус 40 до плюс 375	$\pm 0,36$
К и N	1	от плюс 375 до плюс 1300	$\pm \frac{0,004T_{изм}}{925} \times 100\%$
К и N	2	от минус 40 до плюс 333	$\pm 0,67$
К и N	2	от плюс 333 до плюс 1300	$\pm \frac{0,0075T_{изм}}{967} \times 100\%$
К и N	3	от минус 250 до минус 167	$\pm \frac{0,015 T_{изм} }{83} \times 100\%$
К и N	3	от минус 167 до плюс 40	$\pm 1,20$
Е	1	от минус 40 до плюс 375	$\pm 0,36$
Е	1	от плюс 375 до плюс 800	$\pm \frac{0,004T_{изм}}{425} \times 100\%$
Е	2	от минус 40 до плюс 333	$\pm 0,67$
Е	2	от плюс 333 до плюс 900	$\pm \frac{0,0075T_{изм}}{567} \times 100\%$
Е	3	от минус 200 до минус 167	$\pm \frac{0,015 T_{изм} }{33} \times 100\%$
Е	3	от минус 167 до плюс 40	$\pm 1,20$
L	2	от минус 40 до плюс 360	$\pm 0,63$
L	2	от плюс 360 до плюс 800	$\pm \frac{0,7 + 0,005T_{изм}}{440} \times 100\%$
L	3	от минус 200 до минус 100	$\pm \frac{1,5 + 0,01 T_{изм} }{100} \times 100\%$
L	3	от минус 100 до плюс 100	$\pm 1,25$

Таблица А.9

Тип ТП	Класс допуска	Температурный диапазон, °С	Приведенная погрешность измерения температуры, для канала без барьера искрозащиты, $\gamma_T$ , %	Основная приведенная погрешность измерения температуры, для канала с барьером искрозащиты, $\gamma_T$ , %
ТПП (R, S)	1	от 0 до плюс 1100	$\pm 0,30$	$\pm 0,33$
ТПП (R, S)	1	от плюс 1100 до плюс 1600	$\pm 0,53$	$\pm 0,55$
ТПП (R, S)	2	от 0 до плюс 600	$\pm 0,40$	$\pm 0,42$
ТПП (R, S)	2	от плюс 600 до плюс 1600	$\pm 0,53$	$\pm 0,55$
ТПР (В)	2	от плюс 600 до плюс 1800	$\pm 0,51$	$\pm 0,52$
ТПР (В)	3	от плюс 600 до плюс 800	$\pm 2,30$	$\pm 2,30$
ТПР (В)	3	от плюс 800 до плюс 1800	$\pm 1,10$	$\pm 1,10$
ТЖК (J)	1	от минус 40 до плюс 375	$\pm 0,49$	$\pm 0,51$
ТЖК (J)	1	от плюс 375 до плюс 750	$\pm 0,93$	$\pm 0,94$
ТЖК (J)	2	минус 40 до плюс 333	$\pm 0,79$	$\pm 0,81$
ТЖК (J)	2	от плюс 333 до плюс 900	$\pm 1,40$	$\pm 1,40$
ТМК (Т)	1	от минус 40 до плюс 125	$\pm 0,50$	$\pm 0,46$
ТМК (Т)	1	от плюс 125 до плюс 350	$\pm 0,75$	$\pm 0,76$
ТМК (Т)	2	от минус 40 до плюс 135	$\pm 0,69$	$\pm 0,70$
ТМК (Т)	2	от плюс 135 до плюс 400	$\pm 1,30$	$\pm 1,30$
ТМК (Т)	3	от минус 200 до минус 66	$\pm 2,50$	$\pm 2,50$
ТМК (Т)	3	от минус 66 до плюс 40	$\pm 1,10$	$\pm 1,10$
ТХА, ТНН (К, N)	1	от минус 40 до плюс 375	$\pm 0,49$	$\pm 0,51$
ТХА, ТНН (К, N)	1	от плюс 375 до плюс 1300	$\pm 0,69$	$\pm 0,70$
ТХА, ТНН (К, N)	2	от минус 40 до плюс 333	$\pm 0,79$	$\pm 0,80$
ТХА, ТНН (К, N)	2	от плюс 333 до плюс 1300	$\pm 1,20$	$\pm 1,20$
ТХА, ТНН (К, N)	3	от минус 250 до минус 167	$\pm 5,00$	$\pm 5,00$
ТХА, ТНН (К, N)	3	от минус 167 до плюс 40	$\pm 1,40$	$\pm 1,40$
ТХКн (Е)	1	от минус 40 до плюс 375	$\pm 0,49$	$\pm 0,51$
ТХКн (Е)	1	от плюс 375 до плюс 800	$\pm 0,88$	$\pm 0,89$
ТХКн (Е)	2	от минус 40 до плюс 333	$\pm 0,79$	$\pm 0,8$

Продолжение таблицы А.9

Тип ТП	Класс допуска	Температурный диапазон, °С	Приведенная погрешность измерения температуры, для канала без барьера искрозащиты, $\gamma_T$ , %	Основная приведенная погрешность измерения температуры, для канала с барьером искрозащиты, $\gamma_T$ , %
ТХКн (Е)	2	от плюс 333 до плюс 900	$\pm 1,40$	$\pm 1,40$
ТХКн (Е)	3	от минус 200 до минус 167	$\pm 10,0$	$\pm 10,0$
ТХКн (Е)	3	от минус 167 до плюс 40	$\pm 1,40$	$\pm 1,40$
ТХК (L)	2	от минус 40 до плюс 360	$\pm 0,75$	$\pm 0,76$
ТХК (L)	2	от плюс 360 до плюс 800	$\pm 1,30$	$\pm 1,30$
ТХК (L)	3	от минус 200 до минус 100	$\pm 3,90$	$\pm 3,90$
ТХК (L)	3	от минус 100 до плюс 100	$\pm 1,50$	$\pm 1,50$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Результат вычисления расхода и объема природного газа в соответствии с правилами ПР 50.2.019-96 и ГОСТ 30319.2-96 с использованием турбинных и ротационных счетчиков, имеющих импульсный выход для значений температуры  $T$  и давления  $P$  приведен в таблице Б.1.

Таблица Б.1

№	Кол-во импульсов	P, МПа	T, К	$K_{сж}$ (по методу NX19)	$V_{расч}$ , $M^3$
1	2048	2,001	270	0,9520	46126,4
2	2048	2,494	280	0,9473	55712,7
3	2048	0,900	290	0,9844	18680,0
№	Кол-во импульсов	P, МПа	T, К	$K_{сж}$ (по методу GERG-91 мод.)	$V_{расч}$ , $M^3$
1	2048	2,001	270	0,9521	46121,6
2	2048	3,997	290	0,9262	88172,8
3	2048	7,503	330	0,9244	145735,1

Примечание - Результаты расчетов, приведенные в таблице Б.1, вычислены при следующих условиях:

- 1) молярная концентрация компонентов:
  - Азот – 0,8858 %;
  - $CO_2$  – 0,0668 %;
- 2) плотность в стандартных условиях – 0,6799 кг/ $m^3$ ;
- 3) коэффициент преобразования счетчика – 1  $m^3$ /имп;
- 4) расчет расхода проводился по формуле (3) ПР 50.2.019-96.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Результат вычисления расхода и объема природного газа в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.5-2005 и ГОСТ 30319.2-96 для значений температуры  $T$ , давления  $P$  и перепада давления  $\Delta P$  приведены в таблице В.1.

Таблица В.1

№	$\Delta P$ , кПа	$P$ , кПа	$T$ , К	$K_{сж}$ (по методу NX19)	$Q_{расч}$ , м <sup>3</sup> /ч
1	12,80	319,46	267,15	0,99369552	24 420
2	12,80	319,46	288,15	0,99555346	23 508
3	25,60	319,46	267,15	0,99369552	34 073
4	25,60	319,46	288,15	0,99555346	32 798
5	38,40	319,46	267,15	0,99369552	41 162
6	38,40	319,46	288,15	0,99555346	39 621
7	51,20	319,46	267,15	0,99369552	46 869
8	51,20	319,46	288,15	0,99555346	45 110
9	64,00	319,46	267,15	0,99369552	51 658
10	64,00	319,46	288,15	0,99555346	49 714
11	64,00	1599,00	267,15	0,96060134	124 117
12	64,00	1599,00	288,15	0,97016666	118 997
13	128,00	1599,00	267,15	0,96060134	173 221
14	128,00	1599,00	288,15	0,97016666	166 060
15	192,00	1599,00	267,15	0,96060134	209 306
16	192,00	1599,00	288,15	0,97016666	200 636
17	256,00	1599,00	267,15	0,96060134	238 366
18	256,00	1599,00	288,15	0,97016666	228 473
19	320,00	1599,00	267,15	0,96060134	262 750
20	320,00	1599,00	288,15	0,97016666	251 823
№	$\Delta P$ , кПа	$P$ , кПа	$T$ , К	$K_{сж}$ (по методу GERG-91 мод.)	$Q_{расч}$ , м <sup>3</sup> /ч
1	12,80	319,46	267,15	0,99370245	24 420
2	12,80	319,46	323,15	0,99778879	22 201
3	25,60	319,46	267,15	0,99370245	34 073
4	25,60	319,46	323,15	0,99778879	30 970
5	38,40	319,46	267,15	0,99370245	41 162
6	38,40	319,46	323,15	0,99778879	37 407
7	51,20	319,46	267,15	0,99370245	46 869
8	51,20	319,46	323,15	0,99778879	42 586
9	64,00	319,46	267,15	0,99370245	51 658
10	64,00	319,46	323,15	0,99778879	46 925
11	64,00	1599,00	267,15	0,96063990	124 114
12	64,00	1599,00	323,15	0,98157944	111 839
13	128,00	1599,00	267,15	0,96063990	173 218
14	128,00	1599,00	323,15	0,98157944	156 047
15	192,00	1599,00	267,15	0,96063990	209 301
16	192,00	1599,00	323,15	0,98157944	188 510
17	256,00	1599,00	267,15	0,96063990	238 361
18	256,00	1599,00	323,15	0,98157944	214 634

Продолжение таблицы В.1

№	$\Delta P$ , кПа	P, кПа	T, К	$K_{сж}$ (по методу GERG-91 мод.)	$V_{расч}$ , м <sup>3</sup> /ч
19	320,00	1599,00	267,15	0,96063990	262 745
20	320,00	1599,00	323,15	0,98157944	236 536

Примечание - Результаты расчетов, приведенные в таблице В.1, вычислены с помощью программного комплекса «Расходомер-СТ» при следующих условиях:

- 1) молярная концентрация компонентов:
  - Азот – 0,8858 %;
  - CO<sub>2</sub> – 0,0668 %;
- 2) плотность в стандартных условиях – 0,6799 кг/м<sup>3</sup>;
- 3) барометрическое давление – 746 мм.рт.ст.;
- 4) количество дифманометров – 1;
- 5) характеристики СУ:
  - диафрагма с угловым способом отбора давления
  - диаметр сужающего устройства в стандартных условиях – 190,95 мм;
  - материал СУ - Сталь 12Х18Н10Т;
  - радиус закругления входной кромки - 0,05 мм;
  - период поверки – 1 год;
- 6) характеристики трубопровода:
  - диаметр трубопровода в стандартных условиях - 300,3 мм;
  - материал трубопровода - Сталь 20;
  - абсолютная эквивалентная шероховатость стенок трубопровода - 0,2 мм.