

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

М.П.

«27» апреля 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АППАРАТУРА ТИК-PLC

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-13-2023

г. Москва
2023 г.

АППАРАТУРА ТИК-PLC
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 204/3-13-2023

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Настоящая методика распространяется на аппаратуру ТИК-PLC (далее – аппаратуру), изготавливаемую ООО НПП «ТИК», и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

Принцип действия аппаратуры основан на измерении и обработке сигналов, поступающих от измерительных каналов или первичных преобразователей и сравнении полученных значений с установленными уровнями срабатывания (установками). Аппаратура собирает и передает в систему верхнего уровня исходный сигнал для использования в целях диагностики. Аппаратура позволяет проводить расчет амплитуды, среднеквадратичного значения (СКЗ), размаха измеряемого параметра, сравнивать их с установками и выдавать сигналы блокировки, выдавать рассчитанные значения по цифровому интерфейсу.

В состав аппаратуры ТИК-PLC входят контроллеры ТИК-PLC и преобразователи ТИК-CNV.

Контроллеры ТИК-PLC представляют собой набор измерительных и функциональных модулей, устанавливаемых в крейте или на DIN-рейку. Контроллеры имеют несколько модификаций, отличающихся количеством и типом входных сигналов (см. таблицу 1), исполнением корпуса, а также органами индикации. Контроллеры имеют выходы с цифровым интерфейсом RS-485 или Ethernet, аналоговые выходы по постоянному току от 4 до 20 мА, релейные выходы, а также дискретные входы и выходы.

В крейтовом исполнении выходы контроллера реализованы с помощью функциональных модулей. К функциональным модулям относятся: модуль питания (МП), модуль релейных выходов (МРВ), модуль дискретных входов и интерфейса RS-485 (МДВх), модуль аналоговых выходов (МА-14), модуль интерфейсный (МИ), модуль синхронизации (МС).

Таблица 1 – Модификации контроллеров ТИК-PLC.

Наименование контроллера	Количество входов и типы входных сигналов
ТИК-PLC.112.xx	1 вход 4-20 (0-20) мА
ТИК-PLC.121.xx	1 вход IEPE
ТИК-PLC.172.xx	1 вход термопреобразователя сопротивления
ТИК-PLC.241.xx	1 вход IEPE, 1 вход 4-20 (0-20) мА
ТИК-PLC.242.xx	2 входа IEPE
ТИК-PLC.243.xx	2 входа 4-20 (0-20) мА
ТИК-PLC.371.xx	1 вход IEPE, 1 вход 4-20 (0-20) мА, 1 вход термопреобразователя сопротивления
ТИК-PLC.374.xx	3 входа 4-20 (0-20) мА
ТИК-PLC.375.xx	2 входа 4-20 (0-20) мА, 1 вход IEPE
ТИК-PLC.511.xx	4 входа по напряжению
ТИК-PLC.481.xx	1 вход IEPE, 1 вход 4-20 (0-20) мА, 1 вход RS-485
ТИК-PLC.573.xx	4 входа термопреобразователя сопротивления
ТИК-PLC.761.xx	6 входов 4-20 (0-20) мА

Структура обозначения контроллеров ТИК-PLC:

ТИК-PLC	.	1	1	2	.	3	1
Наименование		А	Б			В	

Где: А, Б – количество и типы входов (смотри таблицу 1)

В – Конструктивное исполнение

11 – Корпус на дин. рейку 22,5 мм.

21 – Корпус на дин. рейку 45 мм.

31 – Корпус на дин. рейку 42 мм.

41 – Крейтовое исполнение

51 – Корпус на дин. рейку 12,5 мм.

61 – Корпус на дин. рейку 25 мм.

Преобразователи ТИК-CNV имеют несколько модификаций, отличающихся типом входного сигнала (см. таблицу 2) и исполнением корпуса. Преобразователи устанавливаются на DIN-рейку и имеют цифровой выход (RS-485).

Таблица 2 – Модификации преобразователей ТИК-CNV.

Наименование преобразователя	Количество входов и типы входных сигналов
ТИК-CNV.117x	1 вход 4-20 (0-20) мА
ТИК-CNV.127x	1 вход по заряду
ТИК-CNV.137x	1 вход IEPE
ТИК-CNV.147x	1 вход по напряжению
ТИК-CNV.157x	1 вход термопреобразователя сопротивления

Структура обозначения преобразователей ТИК-CNV:

ТИК-CNV	.	1	1	1	1
Наименование			А		Б

Где: А – количество и типы входов (смотри таблицу 2)

Б – Тип корпуса

1 – Корпус на дин. рейку 42 мм.

2 – Корпус на дин. рейку 45 мм.

3 – Корпус на дин. рейку 25 мм.

4 – Корпус на дин. рейку 22,5 мм.

5 – Корпус на дин. рейку 17,5 мм.

6 – Корпус на дин. рейку 12,5 мм.

При определении метрологических характеристик аппаратуры для модулей и преобразователей модификаций ТИК-PLC.121.xx, ТИК-PLC.241.xx, ТИК-PLC.242.xx, ТИК-PLC.371.xx, ТИК-PLC.375.xx, ТИК-PLC.481.xx, ТИК-CNV.137x, ТИК-PLC.511.xx, ТИК-CNV.147x, ТИК-CNV.127x используется метод косвенных измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772. В качестве эталона используется РЭ 3-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03 сентября 2021 г. № 1942 и РЭ 3-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года № 3457. В соответствии с этим модули модификаций ТИК-PLC.121.xx, ТИК-PLC.241.xx, ТИК-PLC.242.xx, ТИК-PLC.371.xx, ТИК-PLC.375.xx, ТИК-PLC.481.xx, ТИК-CNV.137x, ТИК-PLC.511.xx, ТИК-CNV.147x, ТИК-CNV.127x также

прослеживаются к Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03 сентября 2021 г. № 1942 (ГЭТ 89-2008) и к государственному первичному эталону для средств измерений постоянного электрического напряжения по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года № 3457 (ГЭТ 13-2001).

Для модулей TIK-PLC.511.xx, TIK-CNV.147x, TIK-PLC.112.xx, TIK-PLC.241.xx, TIK-PLC.243.xx, TIK-PLC.371.xx, TIK-PLC.374.xx, TIK-PLC.375.xx, TIK-PLC.481.xx, TIK-PLC.761.xx, TIK-CNV.117x, должна быть обеспечена прослеживаемость к ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26 сентября 2022 г. (ГЭТ 1-2022).

Для модулей TIK-PLC.112.xx, TIK-PLC.241.xx, TIK-PLC.243.xx, TIK-PLC.371.xx, TIK-PLC.374.xx, TIK-PLC.375.xx, TIK-PLC.481.xx, TIK-PLC.761.xx, TIK-CNV.117x используется метод косвенных измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772. В качестве эталона используется РЭ 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 и РЭ 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 г. № 668. В соответствии с этим модули модификаций TIK-PLC.112.xx, TIK-PLC.241.xx, TIK-PLC.243.xx, TIK-PLC.371.xx, TIK-PLC.374.xx, TIK-PLC.375.xx, TIK-PLC.481.xx, TIK-PLC.761.xx, TIK-CNV.117x так же прослеживаются к Государственному первичному эталону единиц силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А» согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 (ГЭТ 4-91) и к государственному первичному специальному эталону единицы силы переменного электрического тока в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц при значениях силы тока от 0,001 до 100 А согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 г. № 668 (ГЭТ 88-2014).

Для контроллеров в крейтовом исполнении совместно с модулем МА-14 методом прямых и косвенных измерений должна быть обеспечена прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А» согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 (ГЭТ 4-91).

Для модулей и преобразователей модификаций TIK-PLC.172.xx, TIK-PLC.371.xx, TIK-PLC.573.xx, TIK-CNV.157x методом косвенных измерений должна быть обеспечена прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 № 3456 (ГЭТ 14-2014).

Проверка проводится индивидуально для каждого контроллера либо преобразователя, входящего в конкретную комплектацию аппаратуры TIK-PLC.

При использовании аппаратуры TIK-PLC в составе системы АСУ ТП рекомендуется производить поверку совместно с нижестоящими и вышестоящими элементами системы (проверка сквозных каналов).

Перечень измерительных каналов, частотные характеристики и коэффициенты преобразования каналов указаны в паспорте на аппаратуру. Методика поверки допускает возможность поверки в ограниченном диапазоне амплитуд и частот, не полный перечень параметров либо не всех измерительных каналов. Проверка в сокращенном диапазоне допускается с указанием объема выполненной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1. При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр	6	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	7	да	нет
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка канала IEPE (ICP)	9.1	да	да
Проверка канала по напряжению от 0 до 20 (от -20 до 0)В	9.2	да	да
Проверка канала 4-20 (0-20)мА	9.3	да	да
Проверка канала измерения заряда	9.4	да	да
Проверка канала измерения температуры	9.5	да	да
Проверка выхода 4-20 мА	9.6	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

1.2. При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки результаты по данному пункту оформляются в соответствии с п. 11.2. Проверка проводится по тем пунктам, на которые настроена аппаратура в соответствии с паспортом.

2. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к основным средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
5.1	Средство измерений температуры от -10 °C до +60 °C с погрешностью не более ± 1 °C; Диапазоны: измерения температуры от -10 до +60 °C, ПГ $\pm 0,4$ °C; измерения относительной влажности от 10 до 95 %, ПГ ± 3 %; измерения абсолютного давления от 300 до 1200 гПа, ПГ ± 5 гПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
9.1.1; 9.2.1	Блок питания постоянного тока от 0 до 30 В, ПГ $\pm (0,01U_{\text{вых}} + 2k)$, где k – единица младшего разряда	Блок питания АТН-2335 (рег. № 42466-09)
	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3457 в диапазоне измерений поверяемой аппаратуры	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)
9.1.2-9.1.5; 9.2.1-9.2.5; 9.4.1-9.4.4	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 03 сентября 2021 г. № 1942 в диапазоне измерений и частот поверяемой аппаратуры	Вольтметр универсальный цифровой быстродействующие В7-43 (рег. № 10283-85) Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)
	Генератор сигналов (Диапазон напряжений от 20 мкВ до 40 В, диапазон частот от 0,01 Гц до 200 кГц, погрешность установки частоты не более $25 \cdot 10^{-6}$ F; Погрешность установки уровня ± 1 %)	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360 (рег. № 45344-10)
9.2.6; 9.3.6	РЭ 4-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26 сентября 2022 г. в диапазоне частот работы поверяемой аппаратуры	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS 360, (рег. № 45344-10)
9.3.1; 9.6	РЭ 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 в диапазоне измерений поверяемой аппаратуры	Калибратор процессов многофункциональный Fluke 726 (рег. № 52221-12)

Продолжение таблицы 2

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к основным средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.3.2-9.3.5	РЭ 2-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 г. № 668 в диапазоне измерений и частот поверяемой аппаратуры	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)
	Генератор сигналов (Диапазон напряжений от 20 мкВ до 40 В, диапазон частот от 0,01 Гц до 200 кГц, погрешность установки частоты не более $25 \cdot 10^{-6}$ F; Погрешность установки уровня $\pm 1\%$)	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360 (рег. № 45344-10)
9.5	РЭ 4-го разряда по Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 №3456 с диапазоном воспроизведения значений сопротивления постоянного тока: от 5 до 400 Ом	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Рег. № 52489-13), Мера электрического сопротивления многозначная MC3071 (Рег. № 66932-17) и др.

2.2. Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующее свидетельство о поверке.

2.3. Допускается применять другие средства поверки, не приведенные в перечне, но обеспечивающие определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1. К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленными с эксплуатационной документацией на аппаратуру ТИК-PLC и данной методикой поверки.

4. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные в ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.2.091-2012 и эксплуатационной документации фирмы-изготовителя.

5. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5
- относительная влажность окружающего воздуха, % 60 ± 20
- атмосферное давление, кПа 101 ± 5

5.2. Перед проведением поверки аппаратура должна быть подготовлена к работе в соответствии эксплуатационной документацией.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

При внешнем осмотре устанавливают соответствие комплектности и маркировки требованиям эксплуатационной документации, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов. В случае обнаружения несоответствия хотя бы по одному из вышеперечисленных требований поверка прекращается.

7. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ.

Перед проведением поверки аппаратуры необходимо проверить идентификационные данные программного обеспечения согласно руководству по эксплуатации ЛПЦА.426489.001 РЭ «Аппаратура ТИК-PLC» раздел 6.

Версии ПО должны быть не ниже указанных в описании типа на поверяемые преобразователи либо контроллеры.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

Проверяют работоспособность аппаратуры в соответствии с эксплуатационной документацией.

При подготовке к проведению поверки должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, электрических разъемов;

В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, преобразователь считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

Аппаратура должна быть прогрета и подготовлена к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

9.1. Определение метрологических характеристик входа IEPE (ICP).

Собрать схему подключений и подключиться к устройству согласно разделу «МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ АППАРАТУРЫ ТИК-PLC» (вход IEPE) руководства по эксплуатации.

9.1.1. Определение основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока.

Задать на входе постоянное напряжение $U_{зад}$ в диапазоне от 0 до 20 В не менее чем в пяти точках, равномерно расположенных в диапазоне измерения, включая верхний и нижний пределы. Измеренное значение постоянного напряжения $U_{изм}$ смотреть в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения основной приведенной погрешности измерения постоянного напряжения вычисляют по формуле (1).

$$\gamma_{U_{noem}} = \frac{U_{изм} - U_{зад}}{U_{max}} * 100\% \quad (1)$$

где

$U_{зад}$ – заданное значение постоянного напряжения;

$U_{изм}$ – измеренное значение постоянного напряжения;

U_{max} – верхнее значение диапазона измерений постоянного напряжения = 20 В.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения основной приведенной погрешности измерения постоянного напряжения не превышают $\pm 0,5\%$.

9.1.2. Определение основной приведенной и относительной погрешностей измерения напряжения переменного тока и физической величины на базовой частоте 80 Гц.

Задать на входе переменное напряжение $U_{зад}$ на базовой частоте 80 Гц, в диапазоне от 1 до 3500 мВ (СК3) не менее чем в пяти точках, равномерно расположенных в диапазоне измерения, включая верхний и нижний пределы. Измеренное значение переменного напряжения $U_{изм}$ и измеренное значение физической величины $A_{изм}$ смотреть в регистрах в соответствии с руководством по эксплуатации. Здесь и далее под «ед. изм.» понимаются единицы измерения физической величины, например, м/с^2 , мм/с , мкм и т.д. Значение физической величины вычисляется из значения переменного напряжения путем деления на коэффициент преобразования КП.

Для диапазона заданных значений от 1 до 1000 мВ (СК3) рассчитать значения:

- основной приведенной погрешности измерения переменного напряжения по формуле (2);
- основной приведенной погрешности измерения физической величины (с учетом коэффициента преобразования) по формуле (3).

$$\gamma_{U_{перем}} = \frac{U_{изм} - U_{зад}}{U_{max}} * 100\% \quad (2)$$

$$\gamma_{A_{перем}} = \frac{(A_{изм} * КП) - U_{зад}}{U_{max}} * 100\% \quad (3)$$

где

$U_{зад}$ – заданное значение переменного напряжения;

$U_{изм}$ – измеренное значение переменного напряжения;

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

U_{max} – верхнее значение диапазона измерений переменного напряжения = 1000 мВ (СК3).

$КП$ – коэффициент преобразования переменного напряжения в физическую величину.

Для диапазона заданных значений от 1000 до 3500 мВ (СК3) рассчитать значения:

- основной относительной погрешности измерения переменного напряжения по формуле (4);
- основной относительной погрешности измерения физической величины по формуле (5).

$$\delta_{U_{перем}} = \frac{U_{изм} - U_{зад}}{U_{зад}} * 100\% \quad (4)$$

$$\delta_{A_{перем}} = \frac{(A_{изм} * КП) - U_{зад}}{U_{зад}} * 100\% \quad (5)$$

где

$U_{зад}$ – заданное значение переменного напряжения;

$U_{изм}$ – измеренное значение переменного напряжения;

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$KП$ – коэффициент преобразования переменного напряжения в физическую величину.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения:

- основной приведенной погрешности измерения переменного напряжения в диапазоне заданных значений от 1 до 1000 мВ (СК3) не превышают $\pm 1\%$;

- основной приведенной погрешности измерения физической величины с учетом коэффициента преобразования в диапазоне входных значений по напряжению от 1 до 1000 мВ (СК3) не превышают $\pm 1\%$;

- основной относительной погрешности измерения переменного напряжения в диапазоне заданных значений от 1000 до 3500 мВ (СК3) не превышают $\pm 1\%$.

- основной относительной погрешности измерения физической величины с учетом коэффициента преобразования в диапазоне входных значений по напряжению от 1000 до 3500 мВ (СК3) не превышают $\pm 1\%$.

9.1.3. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянном значении входного переменного напряжения $U_{зад}$ из диапазона от 2000 до 3500 мВ (СК3). Измеренное значение физической величины определяется по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (6).

$$\delta = \frac{k_i - k_b}{k_b} * 100\% \quad (6)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;

k_b – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i , k_b вычисляется по формуле (7):

$$k = \frac{A_{изм}}{U_{зад}} \quad (7)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$U_{зад}$ – заданное значение переменного напряжения.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении переменного напряжения относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_h до F_b Гц (указаны в паспорте) $\pm 20\%$;

- в диапазоне частот от $2 \cdot F_h$ до $0,5 \cdot F_b$ Гц, $\pm 5\%$.

9.1.4. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц при измерении 1 интеграла.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянном значении входного переменного напряжения $U_{зад}$ из диапазона от 2000 до 3500 мВ (СКЗ). Измеренное значение 1 интеграла физической величины $A_{изм}$ определяется по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (8).

$$\delta = \frac{k_i - k_b}{k_b} * 100\% \quad (8)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;

k_b – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i , k_b вычисляется по формуле (9):

$$k = \frac{A_{изм} * 2\pi f}{U_{зад}} \quad (9)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$U_{зад}$ – заданное значение переменного напряжения;

f – заданная частота.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении 1 интеграла физической величины относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_n до F_b Гц (указанны в паспорте) $\pm 20\%$;
- в диапазоне частот от $2 \cdot F_n$ до $0,5 \cdot F_b$ Гц, $\pm 5\%$.

9.1.5. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц при измерении 2 интеграла.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянном значении входного переменного напряжения $U_{зад}$ из диапазона от 2000 до 3500 мВ (СКЗ). Измеренное значение 2 интеграла физической величины $A_{изм}$ определяется по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (10).

$$\delta = \frac{k_i - k_b}{k_b} * 100\% \quad (10)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;

k_b – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i , k_b вычисляется по формуле (11):

$$k = \frac{A_{изм} * (2\pi f)^2}{U_{зад}} \quad (11)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение переменного напряжения;

$U_{зад}$ – заданное значение переменного напряжения;

f – заданная частота.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении 2 интеграла физической величины относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_h до F_b Гц (указаны в паспорте) $\pm 20\%$;
- в диапазоне частот от $2 \cdot F_h$ до $0,5 \cdot F_b$ Гц, $\pm 5\%$.

9.2. Определение метрологических характеристик входа по напряжению от 0 до +20 (от -20 до 0) В.

Собрать схему подключений и подключиться к устройству согласно разделу «МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ АППАРАТУРЫ ТИК-PLC» (вход по напряжению) руководства по эксплуатации.

9.2.1. Определение основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока.

Задать на входе постоянное напряжение $U_{зад}$ в диапазоне от 0 до 20 В не менее чем в пяти точках, равномерно расположенных в диапазоне измерения, включая верхний и нижний пределы. Измеренное значение постоянного напряжения $U_{изм}$ смотреть в регистрах в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения основной приведенной погрешности измерения постоянного напряжения вычисляют по формуле (12);

$$\gamma_{Unocm} = \frac{U_{изм} - U_{зад}}{U_{max}} * 100\% \quad (12)$$

где

$U_{зад}$ – заданное значение постоянного напряжения;

$U_{изм}$ – измеренное значение постоянного напряжения;

U_{max} – верхнее значение диапазона измерений постоянного напряжения = 20 В;

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения основной приведенной погрешности измерения постоянного напряжения не превышают $\pm 0,5\%$;

9.2.2. Определение основной погрешностей измерения переменного напряжения и физической величины на базовой частоте 80 Гц.

Задать на входе переменное напряжение $U_{зад}$ на базовой частоте 80 Гц, в диапазоне от 2 до 7000 мВ (СК3) не менее чем в пяти точках, равномерно расположенных в диапазоне измерения, включая верхний и нижний пределы. Измеренное значение переменного напряжения $U_{изм}$ и измеренное значение физической величины $A_{изм}$ смотреть в регистрах в соответствии с руководством по эксплуатации.

Для диапазона заданных значений от 2 до 2000 мВ (СК3) рассчитать значения:

- основной приведенной погрешности измерения переменного напряжения по формуле (13);
- основной приведенной погрешности измерения физической величины (с учетом коэффициента преобразования) по формуле (14).

$$\gamma_{Unepem} = \frac{U_{изм} - U_{зад}}{U_{max}} * 100\% \quad (13)$$

$$\gamma_{A_{\text{непр}}} = \frac{(A_{\text{изм}} * KП) - U_{\text{зад}}}{U_{\text{max}}} * 100\% \quad (14)$$

где

$U_{\text{зад}}$ – заданное значение переменного напряжения;

$U_{\text{изм}}$ – измеренное значение переменного напряжения;

$A_{\text{изм}}$ – измеренное значение физической величины;

U_{max} – верхнее значение диапазона измерений переменного напряжения = 2000 мВ (СК3).

$KП$ – коэффициент преобразования переменного напряжения в физическую величину.

Для диапазона заданных значений от 2000 до 7000 мВ (СК3) рассчитать значения:

- основной относительной погрешности измерения переменного напряжения по формуле (15);

- основной относительной погрешности измерения физической величины по формуле (16).

$$\delta_{U_{\text{непр}}} = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{зад}}}{U_{\text{зад}}} * 100\% \quad (15)$$

$$\delta_{A_{\text{непр}}} = \frac{(A_{\text{изм}} * KП) - U_{\text{зад}}}{U_{\text{зад}}} * 100\% \quad (16)$$

где

$U_{\text{зад}}$ – заданное значение переменного напряжения;

$U_{\text{изм}}$ – измеренное значение переменного напряжения;

$A_{\text{изм}}$ – измеренное значение физической величины;

$KП$ – коэффициент преобразования переменного напряжения в физическую величину.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения:

- основной приведенной погрешности измерения переменного напряжения в диапазоне заданных значений от 2 до 2000 мВ (СК3) не превышают $\pm 1\%$;

- основной приведенной погрешности измерения физической величины с учетом коэффициента преобразования в диапазоне входных значений по напряжению от 2 до 2000 мВ (СК3) не превышают $\pm 1\%$;

- основной относительной погрешности измерения переменного напряжения в диапазоне заданных значений от 2000 до 7000 мВ (СК3) не превышают $\pm 1\%$.

- основной относительной погрешности измерения физической величины с учетом коэффициента преобразования в диапазоне входных значений по напряжению от 2000 до 7000 мВ (СК3) не превышают $\pm 1\%$.

9.2.3. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц при измерении переменного напряжения.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянном значении входного переменного напряжения $U_{\text{зад}}$ из диапазона от 4000 до 7000 мВ (СК3). Измеренное значение физической величины $A_{\text{изм}}$ определяется по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (17).

$$\delta = \frac{k_i - k_b}{k_b} * 100\% \quad (17)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;

k_b – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i, k_b вычисляется по формуле (18):

$$k = \frac{A_{изм}}{U_{зад}} \quad (18)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$U_{зад}$ – заданное значение переменного напряжения.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении физической величины относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_n до F_b Гц (указанны в паспорте) $\pm 20\%$;
- в диапазоне частот от $2 \cdot F_n$ до $0,5 \cdot F_b$ Гц, $\pm 5\%$.

9.2.4. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики физической величины относительно базовой частоты 80 Гц при измерении 1 интеграла.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянном значении входного переменного напряжения $U_{зад}$ из диапазона от 4000 до 7000 мВ (СКЗ) Измеренное значение 1 интеграла физической величины $A_{изм}$ определяется по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (19).

$$\delta = \frac{k_i - k_b}{k_b} * 100\% \quad (19)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;

k_b – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i, k_b вычисляется по формуле (20):

$$k = \frac{A_{изм} * 2\pi f}{U_{зад}} \quad (20)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$U_{зад}$ – заданное значение переменного напряжения;

f – заданная частота.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении 1 интеграла физической величины относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_n до F_b Гц (указанны в паспорте) $\pm 20\%$;
- в диапазоне частот от $2 \cdot F_n$ до $0,5 \cdot F_b$ Гц, $\pm 5\%$.

9.2.5. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики физической величины относительно базовой частоты 80 Гц при измерении 2 интеграла.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянном значении входного переменного напряжения $U_{зад}$ из диапазона от 4000 до 7000 мВ (СК3). Измеренное значение 2 интеграла физической величины $A_{изм}$ определяется по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (21).

$$\delta = \frac{k_i - k_b}{k_b} * 100\% \quad (21)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;

k_b – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i , k_b вычисляется по формуле (22):

$$k = \frac{A_{изм} * (2\pi f)^2}{U_{зад}} \quad (22)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$U_{зад}$ – заданное значение переменного напряжения;

f – заданная частота.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении 2 интеграла физической величины относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_h до F_b Гц (указаны в паспорте) $\pm 20\%$;
- в диапазоне частот от $2 \cdot F_h$ до $0,5 \cdot F_b$ Гц, $\pm 5\%$.

9.2.6. Определение основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения.

Задать значения частоты в нескольких точках (не менее пяти) диапазона измерений, включая верхнее и нижнее значения диапазона. Амплитуда сигнала от 4000 до 7000 мВ (СК3). Измеренное значение частоты вращения $N_{изм}$ смотреть в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Рассчитать значение основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения по формуле (23).

$$\Delta_N = N_{изм} - N_{зад} \quad (23)$$

где

$N_{изм}$ – измеренное значение частоты вращения;

$N_{зад}$ – заданное значение частоты переменного напряжения.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения в каждой точке не превышают $\pm(0,5 + (N_{изм} * 0,001))$, где $N_{изм}$ – измеренное значение частоты вращения в данной точке.

9.3. Определение метрологических характеристик входа по постоянному току 0 до 20 мА (от 4 до 20 мА)

Собрать схему подключений и подключиться к устройству согласно разделу «МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ АППАРАТУРЫ ТИК-PLC» (вход по постоянному току) руководства по эксплуатации.

9.3.1. Определение основной приведенной погрешности измерения постоянного тока

Задать на входе постоянный ток $I_{зад}$ в диапазоне от 0 до 20 (от 4 до 20) мА не менее чем в пяти точках, равномерно расположенных в диапазоне измерения, включая верхний и нижний пределы. Измеренное значение постоянного тока $I_{изм}$ смотреть в регистрах в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения основной приведенной погрешности измерения постоянного тока вычисляют по формуле (24);

$$\gamma_{Inocm} = \frac{I_{изм} - I_{зад}}{I_{max}} * 100\% \quad (24)$$

где

$I_{зад}$ – заданное значение постоянного тока;

$I_{изм}$ – измеренное значение постоянного тока;

I_{max} – диапазон измерений постоянного тока, мА;

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения основной приведенной погрешности измерения постоянного тока не превышают $\pm 0,5\%$;

9.3.2. Определение основной относительной погрешности измерения переменного тока и физической величины на базовой частоте 80 Гц.

Задать на входе переменный ток $I_{зад}$ на базовой частоте 80 Гц, в диапазоне от 0,05 до 5,6 мА (СК3) не менее чем в пяти точках, равномерно расположенных в диапазоне измерения, включая верхний и нижний пределы. Измеренное значение переменного тока $I_{изм}$ и измеренное значение физической величины $A_{изм}$ смотреть в регистрах в соответствии с руководством по эксплуатации.

Рассчитать значения:

- основной относительной погрешности измерения переменного тока по формуле (25);

- основной относительной погрешности измерения физической величины по формуле (26).

$$\delta_{Inepem} = \frac{I_{изм} - I_{зад}}{I_{зад}} * 100\% \quad (25)$$

$$\delta_{Aneperem} = \frac{(A_{изм} * КП) - I_{зад}}{I_{зад}} * 100\% \quad (26)$$

где

$I_{зад}$ – заданное значение переменного тока;

$I_{изм}$ – измеренное значение переменного тока;

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$КП$ – коэффициент преобразования переменного тока в физическую величину.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения:

- основной относительной погрешности измерения переменного тока в диапазоне заданных значений от 0,05 до 5,6 мА (СК3) не превышают $\pm 2\%$.
- основной относительной погрешности измерения физической величины с учетом коэффициента преобразования в диапазоне входных значений по току от 0,05 до 5,6 мА не превышают $\pm 2\%$.

9.3.3. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно базовой частоты 80 Гц при измерении физической величины.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянном значении входного переменного тока $I_{зад}$ из диапазона от 3,2 до 5,6 мА (СК3). Измеренное значение физической величины $A_{изм}$ определяется по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (27).

$$\delta = \frac{k_i - k_b}{k_b} * 100\% \quad (27)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;

k_b – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i , k_b вычисляется по формуле (28):

$$k = \frac{A_{изм}}{I_{зад}} \quad (28)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$I_{зад}$ – заданное значение переменного тока.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении физической величины относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_h до F_b Гц (указаны в паспорте) $\pm 20\%$;
- в диапазоне частот от $2 \cdot F_h$ до $0,5 \cdot F_b$ Гц, $\pm 5\%$.

9.3.4. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики физической величины относительно базовой частоты 80 Гц при измерении 1 интеграла.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянных значениях входного переменного тока $I_{зад}$ из диапазона от 3,2 до 5,6 мА (СК3). Измеренное значение 1 интеграла физической величины $A_{изм}$ определяют по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (29).

$$\delta = \frac{k_i - k_b}{k_b} * 100\% \quad (29)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;

k_b – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i, k_b вычисляется по формуле (30):

$$k = \frac{A_{изм} * 2\pi f}{I_{зад}} \quad (30)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$I_{зад}$ – заданное значение переменного тока;

f – заданная частота.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении 1 интеграла физической величины относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_n до F_b Гц (указанны в паспорте) $\pm 20\%$;
- в диапазоне частот от $2 \cdot F_n$ до $0,5 \cdot F_b$ Гц, $\pm 5\%$.

9.3.5. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики физической величины относительно базовой частоты 80 Гц при измерении 2 интеграла.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянном значении входного переменного тока $I_{зад}$ из диапазона от 3,2 до 5,6 мА (СКЗ). Измеренное значение 2 интеграла физической величины $A_{изм}$ определяют по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (31).

$$\delta = \frac{k_i - k_b}{k_b} * 100\% \quad (31)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;

k_b – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i, k_b вычисляется по формуле (32):

$$k = \frac{A_{изм} * (2\pi f)^2}{I_{зад}} \quad (32)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$I_{зад}$ – заданное значение переменного тока;

f – заданная частота.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении 2 интеграла физической величины относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_n до F_b Гц (указанны в паспорте) $\pm 20\%$;
- в диапазоне частот от $2 \cdot F_n$ до $0,5 \cdot F_b$ Гц, $\pm 5\%$.

9.3.6. Определение основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения.

Задать значения частоты в нескольких точках (не менее пяти) диапазона измерений, включая верхнее и нижнее значения диапазона. Амплитуда сигнала от 3,2 до 5,6 мА (СКЗ). Измеренное значение частоты вращения $N_{изм}$ смотреть в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Рассчитать значение основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения по формуле (33).

$$\Delta_N = N_{изм} - N_{зад} \quad (33)$$

где

$N_{изм}$ – измеренное значение частоты вращения;

$N_{зад}$ – заданное значение частоты переменного напряжения.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения основной абсолютной погрешности измерения частоты вращения в каждой точке не превышают $\pm(0,5 + (N_{изм} * 0,001))$, где $N_{изм}$ – измеренное значение частоты вращения в данной точке.

9.4. Определение метрологических характеристик входа для измерения заряда

Собрать схему подключений и подключиться к устройству согласно разделу «МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ АППАРАТУРЫ ТИК-PLC» (вход для измерения заряда) руководства по эксплуатации. Измерение по зарядовому каналу следует проводить, подавая сигнал с генератора через емкость равную 1000 пФ (имитируя заряд датчика).

9.4.1. Определение основной приведенной погрешностей измерения заряда и физической величины на базовой частоте 80 Гц.

Задать на входе переменное напряжение, соответствующее заряду $Q_{зад}$ на базовой частоте 80 Гц, в диапазоне от 0,1 до 3535 пКл (СКЗ) не менее чем в пяти точках, равномерно расположенных в диапазоне измерения, включая верхний и нижний пределы.

Измеренное значение заряда $Q_{изм}$ и измеренное значение физической величины $A_{изм}$ смотреть в регистрах в соответствии с руководством по эксплуатации.

Рассчитать значения:

- основной приведенной погрешности измерения заряда по формуле (34);
- основной приведенной погрешности измерения физической величины по формуле (35).

$$\gamma_{Q_{перем}} = \frac{Q_{изм} - Q_{зад}}{Q_{max}} * 100\% \quad (34)$$

$$\gamma_{A_{перем}} = \frac{(A_{изм} * КП) - Q_{зад}}{Q_{max}} * 100\% \quad (35)$$

где

$Q_{зад}$ – заданное значение заряда;

$Q_{изм}$ – измеренное значение заряда;

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

Q_{max} – верхнее значение диапазона измерения заряда = 3535 пКл (СКЗ).

КП – коэффициент преобразования заряда в физическую величину.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения:

- основной приведенной погрешности измерения заряда в диапазоне заданных значений от 0,1 до 3535 пКл (СК3) не превышают $\pm 0,5\%$.

- основной приведенной погрешности измерения физической величины с учетом коэффициента преобразования в диапазоне входных значений по заряду от 0,1 до 3535 пКл не превышают $\pm 0,5\%$.

9.4.2. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики физической величины относительно базовой частоты 80 Гц.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянном значении входного заряда $Q_{зад}$ из диапазона от 2020 до 3535 пКл (СК3) Измеренное значение физической величины $A_{изм}$ определяется по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (36).

$$\delta = \frac{k_i - k_6}{k_6} * 100\% \quad (36)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;

k_6 – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i , k_6 вычисляется по формуле (37):

$$k = \frac{A_{изм}}{Q_{зад}} \quad (37)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение заряда;

$Q_{зад}$ – заданное значение заряда.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики физической величины относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_n до F_6 Гц (указаны в паспорте) $\pm 20\%$;
- в диапазоне частот от $2 \cdot F_n$ до $0,5 \cdot F_6$ Гц, $\pm 5\%$.

9.4.3. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики физической величины относительно базовой частоты 80 Гц при измерении 1 интеграла.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянном значении входного заряда $Q_{зад}$ из диапазона от 2020 до 3535 пКл (СК3) Измеренное значение 1 интеграла физической величины $A_{изм}$ определяется по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (38).

$$\delta = \frac{k_i - k_6}{k_6} * 100\% \quad (38)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;
 k_b – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i , k_b вычисляется по формуле (39):

$$k = \frac{A_{изм} * 2\pi f}{Q_{зад}} \quad (39)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$Q_{зад}$ – заданное значение заряда;

f – заданная частота.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении 1 интеграла физической величины относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_n до F_b Гц (указаны в паспорте) $\pm 20\%$;
- в диапазоне частот от $2 \cdot F_n$ до $0,5 \cdot F_b$ Гц, $\pm 5\%$.

9.4.4. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики физической величины относительно базовой частоты 80 Гц при измерении 2 интеграла.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона частот, включая верхнее и нижнее значения диапазона и базовую частоту, при постоянном значении входного заряда $Q_{зад}$ из диапазона от 2020 до 3535 пКл (СКЗ). Измеренное значение 2 интеграла физической величины $A_{изм}$ определяется по цифровому выходу в регистре в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения неравномерности вычисляют по формуле (40).

$$\delta = \frac{k_i - k_b}{k_b} * 100\% \quad (40)$$

где

k_i – коэффициент преобразования на заданной частоте;

k_b – коэффициент преобразования на базовой частоте 80 Гц.

Коэффициент преобразования k_i , k_b вычисляется по формуле (41):

$$k = \frac{A_{изм} * (2\pi f)^2}{Q_{зад}} \quad (41)$$

где

$A_{изм}$ – измеренное значение физической величины;

$Q_{зад}$ – заданное значение заряда;

f – заданная частота.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики при измерении 2 интеграла физической величины относительно частоты 80 Гц не превышают:

- в диапазоне частот от F_n до F_b Гц (указаны в паспорте) $\pm 20\%$;
- в диапазоне частот от $2 \cdot F_n$ до $0,5 \cdot F_b$ Гц, $\pm 5\%$.

9.5 Определение основной абсолютной погрешности каналов измерения температуры.

Метрологические характеристики определяют на пяти значениях выходного сигнала, соответствующих 0, 25, 50, 75, 100 % диапазона измерения выходного сигнала. В случае необходимости допускается выбирать иные точки диапазона, но не отличающиеся от рекомендуемых более чем на 5%. Тип номинальных статических характеристик (далее НСХ), на который настроен входной канал, указан в паспорте на аппаратуру.

9.5.1 С меры сопротивления многозначной на вход поверяемого канала подают значение сопротивления, соответствующее первой контрольной точке.

После стабилизации показаний поверяемого преобразователя, снимают их при помощи программно-аппаратного комплекса.

9.5.2 Повторяют операции по п.9.5.1 для остальных контрольных точек и остальных типов НСХ (при необходимости).

9.5.3 Основную абсолютную погрешность (Δ) прибора рассчитывают для каждой контрольной точки по формуле (42):

$$\Delta = T_{изм} - T_{НСХ} \quad (42)$$

где

$T_{изм}$ – показание поверяемого прибора, считываемое по цифровому интерфейсу, $^{\circ}\text{C}$;

$T_{НСХ}$ – значение сопротивления (в температурном эквиваленте) в контрольной точке согласно типу НСХ по ГОСТ 6651-2009, $^{\circ}\text{C}$.

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения основной абсолютной погрешности Δ измерения температуры в каждой точке не превышают $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

9.6 Определение основной приведенной погрешности выхода по постоянному току 4-20 мА.

Измерения производят в пяти или более точках диапазона измерений, включая верхнее и нижнее значения диапазона. Эталонное значение задают через цифровой интерфейс в соответствии с руководством по эксплуатации.

Значения основной приведенной погрешности вычисляют по формуле (43):

$$\gamma = \frac{S_i - S_{зад}}{S_V} * 100\% \quad (43)$$

где

$S_{зад}$ – заданное через цифровой интерфейс значение выходного сигнала;

S_V – верхнее значение диапазона измерений;

S_i – измеренное значение на аналоговом выходе. Вычисляется по формуле (44)

$$S_i = \frac{I_i - 4}{k} \quad (44)$$

где:

I_i – измеренное значение постоянного тока на аналоговом выходе;

k – номинальный коэффициент преобразования аналогового выхода (указан в паспорте на аппаратуру).

Проверка по данному пункту считается пройденной, если полученные значения приведенной погрешности в каждой точке не превышают $\pm 0,5$ от диапазона измерений.

10. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Аппаратура считается пригодной к применению (соответствующей метрологическим требованиям) если прошла поверку по всем пунктам данной методики, соответствующим заявленной конфигурации аппаратуры, и все максимальные значения неравномерности АЧХ, погрешности измерений не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1. Аппаратура, прошедшая поверку с положительным результатом, признается годной и допускается к применению.

11.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на аппаратуру оформляется извещение о непригодности к применению.

11.3. Результаты поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений и (или) ставится отметка в паспорт.

Начальник отдела 204



А.Г. Волченко

Начальник отдела 207



А.А. Игнатов