

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
(Росстандарт)
Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в
Тюменской и Курганской областях, Ханты-Мансийском автономном округе-Югре,
Ямало-Ненецком автономном округе»
(ФБУ «Тюменский ЦСМ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по метрологии
ФБУ «Тюменский ЦСМ»

А.В. Синцов
2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ SYBERTROL

Методика поверки

ВЯ.10.1706967.00 МП

Тюмень
2024

Разработана

 ФБУ «Тюменский ЦСМ»
Начальник отдела МОП
Л.А. Каражова

 Ведущий инженер по метрологии
М.Е. Майоров

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы измерительно-вычислительные SyberTrol с заводскими номерами ВН3, ВН4, ВН5, ВН6, ВН8, ВН9, ВН11, ВН12, ВН13, СН2, СН3 СН5, СJ1, GA177, GA178, GA179, GA180, GA181, GA182, GA183, GA184, GA185, GA186.

Методика поверки устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверки ИВК.

Выполнение требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемых средств измерений к следующим государственным первичным эталонам:

– Государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022 «Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени», согласно государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360;

– Государственному первичному эталону ГЭТ 4-91 «Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока», согласно государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091;

– Государственному первичному эталону ГЭТ 13-2023 «Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения», согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520.

Передача единицы частоты происходит методом прямых измерений с рабочим эталоном 5 разряда согласно государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты, утверждённой приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360. Передача единицы напряжения происходит методом прямых измерений с рабочим эталоном 3 разряда согласно государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы, утверждённой приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520. Передача единицы силы электрического тока происходит методом прямых измерений с рабочим эталоном 2 разряда согласно государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утверждённой приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091.

В настоящей инструкции приняты следующие обозначения и сокращения:

ГПС – государственная поверочная схема

ИВК – измерительно-вычислительный комплекс;

рег. номер – регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений;

ТПУ – трубопоршневая поверочная установка;

УПВА – устройство для поверки вторичной аппаратуры.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений			10
Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока	Да	Да	10.2
Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала	Да	Да	10.3
Определение относительной погрешности измерения количества импульсов	Да	Да	10.4
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			11
Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока	Да	Да	11.1
Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока	Да	Да	11.2
Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала	Да	Да	11.3
Определение относительной погрешности измерения количества импульсов	Да	Да	11.4
Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение объёма нефти	Да	Да	11.5
Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение массы нефти	Да	Да	11.6

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования преобразователей объёмного расхода	Да	Да	11.7

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки соблюдаются следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 97,3 до 105,3

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, инструкцию по эксплуатации ИВК и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки 1	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки 2	Перечень рекомендуемых средств поверки 3
п. 8 п. 10 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений температуры от плюс 15 до плюс 25 °C с пределами абсолютной погрешности не более ± 1 °C Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с пределами абсолютной погрешности не более ± 3 % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 97,3 до 105,3 кПа, с пределами относительной погрешности не более ± 0,6 %	Термогигрометр Ива-6 мод. Ива-6Н-Д, рег. номер 46434-11
	Средства измерений напряжения питания переменного тока в диапазоне от 187 до 242 В с пределами относительной погрешности не более ± 1 % Средства измерений частоты переменного тока в питающей сети в диапазоне от 49 до 51 Гц с пределами относительной погрешности не более ± 1 %	Приборы электроизмерительные цифровые (мультиметры) ИМС-Ф1 рег. номер 49681-12

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 10.1 п. 10.2 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон 2 разряда соответствующий ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091 с диапазоном воспроизведения силы постоянного тока от 4 до 20 мА. Рабочий эталон 3 разряда соответствующий ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520 с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 1 до 5 В.	Калибраторы многофункциональные и коммуникаторы BEAMEX MC6 (-R) рег. номер 52489-13 52489.13.1P.00215548 52489.13.3P.00215525
п. 10.3 п. 10.4 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон 5 разряда соответствующий ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 с диапазоном воспроизведения частоты от 300 до 3000 Гц. Генератор пачки импульсов с верхним пределом диапазона формирования пачки импульсов не менее 30000 имп.	Устройства для поверки вторичной измерительной аппаратуры узлов учета нефти и нефтепродуктов УПВА-Т рег. номер 39214-08 39214.08.5P.00812902

Примечание — Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые следующими документами:

- Трудовой кодекс Российской Федерации.
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
- Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок.
- Требования безопасности при эксплуатации ИВК и применяемых средств поверки, приведенные в их эксплуатационной документации.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого ИВК следующим требованиям:

- комплектность ИВК соответствует эксплуатационной документации ИВК;
- надписи и обозначения на ИВК четкие и соответствуют эксплуатационной документации;
- отсутствуют механические повреждения, препятствующие применению.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются требования указанные выше.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовку к поверке проводят согласно требованиям эксплуатационной документации на средства поверки и ИВК.

8.2 Проверяют правильность монтажа ИВК и средств поверки.

8.3 Включают и прогревают ИВК и средства поверки в течении не менее 30 минут.

8.4 Опробование ИВК при определении абсолютной погрешности аналоговых каналов измерений проводят следующим образом:

- на входы ИВК, предназначенные для подключения преобразователей температуры, давления подают токовые сигналы.

- изменяя величины токов, следует убедиться во вводе и обработке их ИВК, контролируя значения параметров на дисплее ИВК.

8.5 Опробование ИВК измерительной линии (далее - ИВК-ИЛ) при определении относительной погрешности вычисления объема и массы нефти проводят следующим образом:

- на вход ИВК-ИЛ, предназначенный для подключения ТПР, подают сигнал генератора УПВА-Т;

- на входы ИВК-ИЛ, предназначенные для подключения преобразователей плотности, подают частотный сигнал с УПВА-Т;

- значения температуры, давления вводят с клавиатуры;

- вводят условное значение заводского коэффициента преобразования ТПР;

- вводят значение поправочного коэффициента ТПР, равное 1;

- вводят коэффициенты плотномера вручную в соответствующие поля исходных данных;

- убеждаются во вводе сигналов и обработке их ИВК-ИЛ, контролируя значения параметров "объем нефти" и "масса брутто" на дисплее ИВК-ИЛ.

8.6 Опробование ИВК ТПУ (далее - ИВК-ТПУ) при определении относительной погрешности вычислений поправочного коэффициента ТПР по ТПУ проводят следующим образом:

- сигналы ТПР необходимой частоты и количество импульсов задают с помощью УПВА-Т;

- сигналы детекторов ТПУ задают с помощью УПВА-Т, поворот 4-х ходового крана ТПУ производят вручную;

- значения температуры и давления нефти на ИЛ вводят с клавиатуры ИВК-ИЛ, значения температуры и давления нефти на входе и выходе ТПУ вводят с клавиатуры ИВК-ТПУ;

- изменяя выходные сигналы приборов, убеждаются во вводе и обработке их ИВК-ИЛ, контролируя значения параметров на дисплее ИВК-ИЛ.

8.7 Опробование ИВК контрольного ТПР (далее – ИВК-К) при определении относительной погрешности вычислений коэффициента преобразования рабочего ТПР по контрольному проводят следующим образом:

- вводят в память ИВК количество импульсов с контрольного ТПР, равное 11000, значения коэффициента преобразования контрольного ТПР, градуировочных коэффициентов преобразователя плотности;

- сигналы ТПР необходимой частоты и количество импульсов задают с помощью УПВА-Т;

- значения температуры и давления нефти у рабочего и контрольного ТПР вводят с клавиатуры ИВК-ИЛ и ИВК-К.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Идентификационные данные ПО измерительно-вычислительного комплекса указаны в меню «Версия программного обеспечения блока «SyberTrol».

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	ИВК «SyberTrol» 2003 г.в.	ИВК «SyberTrol» 2008 г.в.
Идентификационное наименование ПО	Sybertrol	Sybertrol
Номер версии ПО	26.04	26.08
Цифровой идентификатор ПО	1ee809a7	9b8a1aab
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC 32	CRC 32

9.2 Результат проверки считают положительным, если идентификационные данные ПО соответствуют приведённым в таблице 3.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока

Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока проводят для каждого токового входа ИВК (допускается проводить для входов, используемых при эксплуатации) при значениях тока 4, 8, 12, 16 и 20 мА (допускается задавать другие значения тока) с помощью калибратора токовых сигналов в следующей последовательности:

- поочерёдно подключают токовый выход калибратора к токовым входам ИВК;
- поочерёдно задают на токовом выходе калибратора вышеуказанные значения силы постоянного тока;
- проводят отсчёт измеренных значений постоянного тока с дисплея ИВК;
- заносят измеренные значения постоянного тока в таблицу А.1.1 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении А;
- проводят обработку результатов измерений в соответствии с п. 11.1.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока проводят для каждого канала измерения напряжения ИВК (допускается проводить для входов, используемых при эксплуатации) при значениях напряжения 1, 2, 3, 4 и 5 В (допускается задавать другие значения тока) в следующей последовательности:

- поочерёдно подключают калибратор к каналам измерения напряжения ИВК;
- поочерёдно задают на калибратора вышеуказанные значения напряжения постоянного тока;
- проводят отсчёт измеренных значений напряжения постоянного тока с дисплея ИВК;
- заносят измеренные значения постоянного тока в таблицу А.1.1 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении А;
- проводят обработку результатов измерений в соответствии с п. 11.2.

10.3 Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала

Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала проводят для всех импульсных входов ИВК (допускается проводить для входов, используемых при эксплуатации) при значениях частоты 300 и 3000 Гц (допускается задавать иные значения частоты соответствующие диапазону частоты выходного сигнала используемого проточного плотномера) в следующей последовательности:

- подключают УПВА к ИВК;
- устанавливают электрические параметры контрольного сигнала;
- поочерёдно задают на частотном выходе УПВА вышеуказанные значения периода;
- проводят отсчёт измеренных значений частоты с дисплея ИВК;
- заносят полученные значения периода в таблицу А.1.2 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении А;
- проводят обработку результатов измерений периода в соответствии с п. 11.3 настоящей методики.

10.4 Определение относительной погрешности измерения количества импульсов

Определение относительной погрешности измерения количества импульсов проводят для всех частотных (импульсных) входов ИВК (допускается проводить для входов, используемых при эксплуатации) в следующей последовательности:

- подключают УПВА к ИВК;
- устанавливают электрические параметры контрольного сигнала;
- задают на выходе «N» УПВА количество импульсов не менее 30000;
- задают на выходе «F2» УПВА значение частоты выходного сигнала 1000 Гц (допускается задавать другие значения частоты);
- нажимают кнопку «D1» УПВА;
- проводят отсчет значений количества импульсов с дисплея ИВК после погасания светодиода «N» УПВА;
- заносят полученные значения количества импульсов в таблицу А.1.3 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении А;
- проводят не менее трёх измерений;
- проводят обработку результатов измерений в соответствии, с п. 11.4.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока

Абсолютную погрешность измерения силы постоянного тока по j-му токовому входу ИВК, при i-м измерении, Δ_{ji} , мА, вычисляют по формуле

$$\Delta_{ji} = I_{ji} - I_{0i} \quad (1)$$

где I_{ji} – измеренное значение тока по j-му токовому входу при i-м измерении, мА;

I_{0i} – действительное значение тока при i-м измерении, мА.

Результаты вычислений заносят в таблицу А.1.1 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении А.

Результат поверки считают положительным, если значение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока не превышает $\pm 0,02$ мА.

11.2 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

Абсолютную погрешность измерения силы постоянного тока по j-му входу напряжения ИВК, при i-м измерении, Δ_{Uji} , В, вычисляют по формуле

$$\Delta_{Uji} = U_{ji} - U_{0i} \quad (2)$$

где U_{ji} – измеренное значение напряжения по j-му токовому входу при i-м измерении, В;

U_{0i} – действительное значение напряжения при i-м измерении, В.

Результаты вычислений заносят в таблицу А.1.1 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении А.

Результат поверки считают положительным, если значение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока не превышает $\pm 0,005$ В.

11.3 Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала

Относительную погрешность измерения частоты импульсного сигнала по j-му импульсному входу при i-м измерении, δ_{Fji} , %, рассчитывают по формуле:

$$\delta_{Fji} = \frac{F_{ji} - F_{0i}}{F_{0i}} \cdot 100, \quad (3)$$

где F_{ji} – измеренное значение входной частоты по j-му импульсному входу при i-м измерении, Гц;

F_{0i} – значение частоты входного сигнала, задаваемое калибратором при i-м измерении, Гц.

Результаты вычислений заносят в таблицу А.1.2 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении А.

Относительную погрешность измерений периода импульсного сигнала по j -му импульсному входу при i -м измерении, δ_{Tji} , %, принимают равной относительной погрешности измерений частоты импульсного сигнала по j -му импульсному входу при i -м измерении δ_{Fji} .

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала не превышают $\pm 0,008\%$.

11.4 Определение относительной погрешности измерения количества импульсов

Относительную погрешность измерения количества импульсов по j -му импульсному входу при i -м измерении, δ_{Nji} , % вычисляют по формуле

$$\delta_{Nji} = \frac{N_{ji} - N_{0i}}{N_{0i}} \cdot 100, \quad (4)$$

где N_{ji} – измеренное значение количества импульсов по j -му импульсному входу при i -м измерении, имп;

N_{0i} – действительное значение количества импульсов при i -м измерении, имп.

Результаты вычислений заносят в таблицу А.1.3 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении А.

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности измерения количества импульсов не превышает $\pm 0,015\%$.

11.5 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение объёма нефти

11.5.1 Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение объёма продукта δ_V , %, принимают равной относительной погрешности измерения количества импульсов, δ_N , %.

11.6 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение массы нефти

11.6.1 Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение массы нефти, δ_M , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_M = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_V^2 + \delta_\rho^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2}, \quad (5)$$

$$\delta_\rho = \frac{\Delta \rho}{\rho_{PPmin}} \cdot 100, \quad (6)$$

$$\delta_t = 100 \cdot \beta_{max} \cdot \sqrt{\Delta_{dpp}^2 + \Delta_{utp}^2}, \quad (7)$$

$$\delta_p = 100 \cdot \gamma_{max} \cdot \sqrt{\Delta_{ppp}^2 + \Delta_{utp}^2}, \quad (8)$$

где δ_V - пределы допускаемой относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение объёма продукта (принимают равным $\pm 0,015\%$), %;

Δ_ρ - абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение плотности продукта (вычисляют по формуле (Б.2) приложения Б), кг/м³;

ρ_{PPmin} – минимальное возможное значение плотности продукта при эксплуатации ИВК, кг/м³;

β_{max} - максимальное возможное значение коэффициента объемного расширения продукта (принимают равным $9 \cdot 10^{-4}$ °C⁻¹), °C⁻¹;

Δ_{dpp} , Δ_{utp} - абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение температуры нефти при измерении плотности нефти поточным плотномером и объёма нефти преобразователем объёмного расхода соответственно (вычисляют по формуле (Б.1) приложения Б), °C;

γ_{max} - максимальное возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (принимают равным $9 \cdot 10^{-4}$ МПа⁻¹), МПа⁻¹;

Δ_{ppp} , Δ_{utp} - абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение давления нефти при измерении плотности нефти поточным плотномером и объёма нефти преобразователем объёмного расхода соответственно (вычисляют по формуле (Б.1) приложения Б), МПа.

Результаты вычислений заносят в протокол поверки ИВК, форма которого приведена в приложении А.

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности преобразования выходных электрических сигналов в значение массы продукта не превышает $\pm 0,05 \%$.

11.7 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования преобразователей объёмного расхода

11.7.1 Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования преобразователей объёмного расхода с помощью поверочной установки, δ_k , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_k = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_N^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2}, \quad (9)$$

$$\delta_t = 100 \cdot \beta_{max} \cdot \sqrt{\Delta_{t\text{ПУвх}}^2 + \Delta_{t\text{ПУвых}}^2 + \Delta_{t\text{ПР}}^2}, \quad (10)$$

$$\delta_p = 100 \cdot \gamma_{max} \cdot \sqrt{\Delta_{p\text{ПУвх}}^2 + \Delta_{p\text{ПУвых}}^2 + \Delta_{p\text{ПР}}^2}, \quad (11)$$

где δ_N – пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества импульсов (принимают равным $\pm 0,015 \%$);

β_{max} – максимально возможное значение коэффициента объемного расширения нефти (принимают равным $9 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$), $\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$;

$\Delta_{t\text{ПУвх}}$, $\Delta_{t\text{ПУвых}}$, $\Delta_{t\text{ПР}}$ - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение температуры нефти в поверочной установке и преобразователе объёмного расхода, соответственно, (вычисляют по формуле (Б.1) приложения Б), $\text{ }^{\circ}\text{C}$;

γ_{max} - максимально возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (принимают равным $9 \cdot 10^{-4} \text{ МПа}^{-1}$), МПа^{-1} ;

$\Delta_{p\text{ПУвх}}$, $\Delta_{p\text{ПУвых}}$, $\Delta_{p\text{ПР}}$ - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления продукта в поверочной установке и преобразователе объёмного расхода, соответственно, (вычисляют по формуле (Б.1) приложения Б), МПа .

Результаты вычислений заносят в протокол поверки ИВК, форма которого приведена в приложении А.

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности преобразования выходных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования преобразователя объёмного расхода не превышает $\pm 0,025 \%$.

11.7.2 При проведении контроля метрологических характеристик преобразователя объёмного расхода с использованием контрольного преобразователя объёмного расхода относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования, δ_k , %, вычисляют по формуле

$$\delta_k = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_N^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2}, \quad (12)$$

$$\delta_t = 100 \cdot \beta_{max} \cdot \sqrt{\Delta_{tk\text{ПР}}^2 + \Delta_{tp\text{ПР}}^2}, \quad (13)$$

$$\delta_p = 100 \cdot \gamma_{max} \cdot \sqrt{\Delta_{pk\text{ПР}}^2 + \Delta_{pr\text{ПР}}^2}, \quad (14)$$

где δ_N - пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества импульсов (принимают равным $\pm 0,015 \%$);

β_{max} - максимально возможное значение коэффициента объемного расширения продукта (принимают равным $9 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$), $\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$;

$\Delta_{tk\text{ПР}}$, $\Delta_{tp\text{ПР}}$ – абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение температуры нефти в контрольном и рабочем преобразователях расхода, соответственно, (вычисляют по формуле (Б.1) приложения Б), $\text{ }^{\circ}\text{C}$;

γ_{max} - максимальное возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (принимают равным $9 \cdot 10^{-4} \text{ МПа}^{-1}$), МПа^{-1} ;

$\Delta_{pk\text{ПР}}$, $\Delta_{pr\text{ПР}}$ – абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления нефти в контрольном и рабочем преобразователях расхода, соответственно, (вычисляют по формуле (Б.1) приложения Б), МПа .

Результаты вычислений заносят в протокол поверки ИВК, форма которого приведена в приложении А.

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности преобразования выходных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования преобразователя объёмного расхода не превышает $\pm 0,025\%$.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.2 Результаты поверки оформляют в виде протоколов.

12.3 Если результат поверки положительный, на мастичные пломбы, нанесённые на винты крышки, закрывающей переднюю панель наносят поверительное клеймо.

12.4 Если результат поверки отрицательный, отиск поверительного клейма гасят, ИВК к эксплуатации не допускают.

Приложение А
(рекомендуемое)

ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ ИВК

**ПРОТОКОЛ №
проверки ИВК «SyberTrol»**

Заводской номер _____ Дата выпуска _____
 Принадлежит _____
 Место проведения проверки _____
 Средство поверки: Тип _____ Зав. № _____

A.1 Определение погрешности измерений входных электрических сигналов

Таблица А.1 Результаты определения погрешности измерения силы тока ($\Delta_{I_{ивк}} \pm 0,02 \text{ мА}$)

Вход	I_{0i} , мА	I_{ji} , мА	$\Delta_{I_{ji}}$, мА

Таблица А.2 Результаты определения погрешности измерений напряжения ($\Delta_{U_{ивк}} \pm 0,005 \text{ В}$)

Вход	U_{0i} , В	U_{ji} , В	$\Delta_{U_{ji}}$, В

Таблица А.3 Результаты определения погрешности измерений периода и частоты
($\delta_{T_{ивк}} \pm 0,008\%$, $\delta_{F_{ивк}} \pm 0,008\%$)

Вход	F_{0i} , Гц	F_{ji} , Гц	$\delta_{F_{ивк}}$, %	$\delta_{T_{ивк}}$, %

Таблица А.4 Результаты определения погрешности измерений количества импульсов
($\delta_{N_{ивк}} \pm 0,015\%$)

Вход	N_0 , имп.	N_{ji} , имп.	$\delta_{N_{ji}}$, %

Таблица А.5 Результаты определения погрешности преобразования входных электрических сигналов в значения величин

Название параметра	Рассчитанное значение	Предел допускаемой погрешности
Пределы допускаемой относительной погрешности при преобразовании сигналов ПОР и ПП в значение массы нефти, %		$\pm 0,050$
Пределы допускаемой относительной погрешности при преобразовании сигналов ПОР в значение объёма нефти, %		$\pm 0,015$
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразования выходных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования преобразователя объёмного расхода, %		$\pm 0,025$
ПОР – преобразователь объёмного расхода. ПП – поточный плотномер.		

Заключение: ИВК к дальнейшей эксплуатации _____

Подпись лица проводившего поверку _____

Дата проведения поверки « _____ »

Приложение Б
(Обязательное)

**Определение погрешности преобразования входных сигналов
в значения физических величин**

Б.1 Абсолютную погрешность преобразования тока в значение параметра X, Δ_X , вычисляют по формуле:

$$\Delta_X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot \Delta_{I_{\text{ивк}}}, \quad (\text{Б.1})$$

где X_{\min} , X_{\max} – наибольшее и наименьшее значение диапазона измерений преобразователя параметра X в ток;
 I_{\min} , I_{\max} – наибольшее и наименьшее значение диапазона выходного тока преобразователя параметра X в ток, мА;
 $\Delta_{I_{\text{ивк}}}$ – предел допускаемой абсолютной погрешности измерений постоянного тока (принимают равным $\pm 0,02$ мА).

Б.2 Абсолютную погрешность преобразования периода входного сигнала в значение плотности продукта, Δ_ρ , вычисляют по формуле:

$$\Delta_\rho = \frac{\rho_{\max} - \rho_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \cdot \frac{\delta_{T_{\text{ивк}}}}{100} \cdot T_i, \quad (\text{Б.2})$$

где ρ_{\min} , ρ_{\max} – наибольшее и наименьшее значение диапазона измерений плотномера, кг/м³;
 T_{\min} , T_{\max} – наибольшее и наименьшее значение диапазона периода выходного сигнала преобразователя параметра X в период выходного сигнала, мкс;
 $\delta_{T_{\text{ивк}}}$ – предел допускаемой относительной погрешности измерений периода импульсного сигнала (принимают равными $\pm 0,008$ %);
 T_i – значение периода выходного сигнала, соответствующее значению измеряемого параметра, мкс, вычисляемое по формуле:

$$T_i = \frac{-K_1 + \sqrt{-4K_0K_2 + K_1^2 + 4\rho_{\text{ППmin}}K_2}}{2K_2}, \quad (\text{Б.3})$$

где K_0 , K_1 , K_2 – градуировочные коэффициенты плотномера (из свидетельства о поверке плотномера);
 $\rho_{\text{ППmin}}$ – минимальное возможное значение плотности продукта, кг/м³.
Примечание — значение периода выходного сигнала (формула (Б.3)) рассчитывается для плотности жидкости при температуре 20 °С и избыточном давлении 0 МПа.