

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  
«ВЕКТОР-02»

Методика поверки

ВЯ.10.1707697.00 МП

Тюмень  
2024

Разработана

ФБУ «Тюменский ЦСМ»

Начальник отдела МОП  
Л.А. Каражова

Ведущий инженер по метрологии  
М.Е. Майоров

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения.....	4
2 Перечень операций поверки.....	5
3 Требования к условиям проведения поверки.....	6
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	6
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	7
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	7
7 Внешний осмотр средства измерений.....	8
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	8
9 Проверка программного обеспечения.....	9
10 Определение метрологических характеристик средства измерений.....	9
10.6 Проверка алгоритмов вычислений.....	11
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	12
11.1 Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока.....	12
11.2 Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала.....	13
11.3 Определение относительной погрешности измерения количества импульсов.....	13
11.4 Определение относительной погрешности измерения количества импульсов за интервал времени.....	13
11.5 Определение погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени.....	13
11.6 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение объёма продукта.....	14
11.7 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение массы продукта.....	15
11.8 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ, градуировке).....	15
11.9 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ, градуировке).....	17
12 Оформление результатов поверки.....	19
Приложение А.....	20
Приложение Б.....	23
Приложение В.....	27
Приложение Г.....	30
Приложение Д.....	31

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на комплекс измерительно-вычислительный «Вектор-02», и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок.

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

– Государственный первичный эталон 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. Передача единицы частоты происходит методом прямых измерений с помощью рабочего эталона 5 разряда.

– Государственный первичный эталон 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. Передача единицы силы электрического тока происходит методом прямых измерений с помощью рабочего эталона 2 разряда.

Допускается проведение поверки ИВК в части отдельных измерительных каналов в соответствии с заявлением владельца ИВК.

В настоящей инструкции приняты следующие обозначения и сокращения:

БИК – блок измерений показателей качества;

БИЛ – блок измерительных линий;

ГХ – градуировочная характеристика;

ИВК – измерительно-вычислительный комплекс;

ИЛ – измерительная линия;

КМХ – контроль метрологических характеристик;

КП – компакт-прувер;

КПМР – контрольный преобразователь массового расхода;

КПОР – контрольный преобразователь объемного расхода;

КПР – контрольный преобразователь расхода;

МХ – метрологические характеристики;

ПД – преобразователь давления;

ПМР – преобразователь массового расхода;

ПОР – преобразователь объемного расхода;

ПП – преобразователь плотности;

ПР – преобразователь расхода;

продукт – нефть и нефтепродукты, либо другие жидкие и газообразные вещества;

ПТ – преобразователь температуры;

ПУ – поверочная установка;

система учета – система измерений количества и показателей качества продукта;

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

ТПУ – трубопоршневая поверочная установка;

УПВА – устройство для поверки вторичной аппаратуры.

ЭПМР – эталонный преобразователь массового расхода;

ЭПОР – эталонный преобразователь объемного расхода;

ЭПР – эталонный преобразователь расхода.

## 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	Да	Да	10
Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока	Да	Да	10.1
Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала	Да	Да	10.2
Определение относительной погрешности измерения количества импульсов	Да	Да	10.3
Определение относительной погрешности измерения количества импульсов за интервал времени	Да	Да	10.4
Определение относительной погрешности измерения отношения количества импульсов за интервал времени	Да	Да	10.5
Проверка алгоритмов вычислений	Да	Нет	10.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока	Да	Да	11.1
Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала	Да	Да	11.2
Определение относительной погрешности измерения количества импульсов	Да	Да	11.3
Определение относительной погрешности измерения количества импульсов за интервал времени	Да	Да	11.4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени	Да	Да	11.5
Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение объёма продукта	Да	Да	11.6
Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение массы продукта	Да	Да	11.7
Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ, градуировке)	Да	Да	11.8
Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ, градуировке)	Да	Да	11.9

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С
- атмосферное давление, кПа
- относительная влажность воздуха, %

от 15 до 25;  
от 84 до 106;  
от 50 до 80.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, эксплуатационную документацию ИВК и средств поверки, имеющие необходимую квалификацию 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	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Контроль условий поверки п. 8, п. 10	<p>Средства измерений температуры с диапазоном измерений от плюс 15 до плюс 25 °C</p> <p>Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха с диапазоном измерений от 50 до 80 %</p> <p>Средства измерений атмосферного давления с диапазоном измерений от 84 до 106 кПа</p>	Термогигрометр Ива-6 мод. Ива-6Н-Д, рег. номер 46434-11
п. 8, п. 10.1	Рабочий эталон единицы силы электрического тока 2 разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утверждённой приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091 позволяющий формировать сигнал силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 5$ мкА	Устройства поверки вторичной аппаратуры «УПВА-М1», «УПВА-М2», рег. номер 81436-21
п. 8, п. 10.2	Рабочий эталон единицы частоты 5 разряда согласно государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 позволяющий формировать частотные сигналы в диапазоне от 10 до 10000 Гц	
п. 8, п.п 10.3 - 10.5	Генератор импульсных сигналов с верхним пределом воспроизведения количества импульсов не менее $1,0 \cdot 10^5$ имп. и пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 1$ имп.	
Примечание — Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого 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 чёткие 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 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют правильность монтажа ИВК в соответствии с эксплуатационной документацией;
- включают и прогревают средства поверки и ИВК не менее 30 минут.

8.2 При подготовке к проверке алгоритмов вычислений в ИВК вводят необходимые данные в соответствии с документом «Комплекс измерительно-вычислительный «Вектор-02». Руководство оператора».

8.2.1 При подготовке к проверке алгоритмов вычислений температуры, давления, плотности, вязкости продукта и объёмной доли воды в продукте (для систем учёта сырой нефти) в ИВК вводят следующие данные:

- ГХ ПТ и ПД, установленных в ИЛ (для систем учёта с ПОР);
- ГХ ПТ и ПД, установленных в БИК;
- ГХ ПТ и ПД, установленных на входе и выходе ПУ;
- ГХ ПТ и ПД, установленных в ИЛ с ЭПР (КПР) (для систем учёта с ЭПОР (КПОР));
- ГХ ПП;
- ГХ вискозиметра;
- ГХ влагомера.

8.2.2 При подготовке к проверке алгоритмов вычислений объёма и массы продукта в ИВК дополнительно вводят данные ГХ ПР.

8.2.3 При подготовке к проверке алгоритмов вычислений коэффициента преобразования ПР при поверке (КМХ, градуировке) по ПУ в ИВК дополнительно вводят следующие данные:

- паспортные данные ПУ;
- характеристики материала стенок ПУ;
- ГХ ПТ для измерения температуры инварового стержня КП (для систем учёта с КП).

8.2.4 При подготовке к проверке алгоритмов вычислений коэффициента преобразования ПР при поверке (КМХ, градуировке) по ЭПР (КПР) в ИВК дополнительно вводят ГХ ЭПР (КПР).

8.2.5 Проверка работоспособности ИВК

При проведении проверки работоспособности ИВК подключают имитатор сигналов первичных преобразователей (УПВА) и проверяют правильность прохождения сигналов в ИВК.

Подключения выполняют в соответствии со схемами, приведёнными в приложении А. Изменяя сигналы имитатора, убеждаются в наличии их ввода и обработки, контролируя изменение значений параметров на дисплее ИВК.

Результат проверки работоспособности считают положительным, если значения измеряемых параметров отображаемые на мониторе ИВК соответствуют значениям задаваемым с помощью имитатора.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Подтверждение соответствия программного обеспечения осуществляется по номеру версии и цифровому идентификатору ПО. Идентификация встроенного ПО указана в специальном окне программы.

Результат считают положительным, если при проведении проверки идентификационные данные (номер версии ПО и цифровой идентификатор ПО) соответствуют указанным в описании типа ИВК.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 10.1 Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока

Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока проводят при наличии в системе учёта измерительных преобразователей с токовыми выходными сигналами. Для ИВК с «горячим» резервированием определение погрешности проводят для обоих промышленных компьютеров. Токовые входы промаркованы, на плате указаны номера входов, плата имеет заводскую маркировку.

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

- поочерёдно подключают токовый выход калибратора к токовым входам ИВК (см. рисунок А.1 приложения А);
- поочерёдно задают на токовом выходе калибратора вышеуказанные значения постоянного тока;
- проводят отсчёт измеренных значений постоянного тока с дисплея ИВК;
- заносят измеренные значения постоянного тока в таблицу Б.1.1 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б;
- проводят обработку результатов измерений в соответствии с п. 11.1.

### 10.2 Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала

Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала проводят при наличии в составе системы учёта измерительных преобразователей с частотными выходными сигналами. Для ИВК с «горячим» резервированием определение погрешности проводят для обоих промышленных компьютеров.

Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала проводят для всех импульсных входов ИВК (допускается проводить для входов, используемых при эксплуатации) при значениях периода 100 и 50000 мкс (допускается задавать другие значения периода) в следующей последовательности:

- подключают УПВА к ИВК согласно рисунку А.2 приложения А;
- устанавливают электрические параметры контрольного сигнала;
- поочерёдно задают на частотном выходе УПВА вышеуказанные значения периода;
- проводят отсчёт измеренных значений периода с дисплея ИВК;
- заносят полученные значения периода в таблицу Б.1.2 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б;
- проводят обработку результатов измерений периода в соответствии с п. 11.2 настоящей методики.

### 10.3 Определение относительной погрешности измерения количества импульсов

Определение относительной погрешности измерения количества импульсов проводят при наличии в составе системы учёта ПР с частотными (импульсными) выходами. Для ИВК с «горячим» резервированием определение погрешности проводят для обоих промышленных компьютеров.

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 согласно рисунку А.3 приложения А;
- устанавливают электрические параметры контрольного сигнала;
- задают на выходе «N» УПВА количество импульсов не менее 100000;
- задают на выходе «F4» УПВА значение частоты выходного сигнала 1000 Гц (допускается задавать другие значения частоты);
- нажимают кнопку «Sa» УПВА;
- проводят отсчет значений количества импульсов с дисплея ИВК после погасания светодиода «N» УПВА;
- заносят полученные значения количества импульсов в таблицу Б.1.3 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б;
- проводят не менее трёх измерений;
- проводят обработку результатов измерений в соответствии, с п. 11.3.

10.4 Определение относительной погрешности измерения количества импульсов за интервал времени

Определение погрешности измерения количества импульсов за интервал времени проводят при наличии в составе системы учёта ПР с импульсными выходами и ПУ. Для ИВК с «горячим» резервированием определение погрешности проводят для обоих промышленных компьютеров.

Определение погрешности измерений количества импульсов за интервал времени проводят по любому частотному (импульсному) входу ИВК в следующей последовательности:

- подключают УПВА к ИВК согласно рисунку А.4 приложения А;
- устанавливают электрические параметры контрольного сигнала;
- задают на выходе «N» УПВА количество импульсов не менее 100000;
- задают на выходе «F4» УПВА значение частоты выходного сигнала 1000 Гц (допускается задавать другие значения частоты);
- начинают измерение в ИВК;
- нажимают кнопку «Sa» УПВА. При имитации двунаправленной ТПУ после срабатывания выхода «Sb» УПВА нажимают кнопку «Sb» .
- проводят отсчёт измеренных значений количества импульсов за интервал времени с дисплея ИВК после окончания измерения;
- заносят полученные значения в таблицу Б.1.4 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б;
- проводят не менее трёх измерений для каждой пары входов детекторов ПУ ИВК;
- проводят обработку результатов измерений в соответствии с п. 11.4.

10.5 Определение относительной погрешности измерения отношения количества импульсов за интервал времени

Определение относительной погрешности измерения отношения количества импульсов за интервал времени проводят при наличии в составе системы учёта ПР с импульсными выходами и одного или нескольких ЭПР (КПР) с импульсным выходом. Для ИВК с «горячим» резервированием определение погрешности проводят для обоих промышленных компьютеров.

Определение относительной погрешности измерения отношения количества импульсов за интервал времени проводят по любым двум или более импульсным входам ИВК, в следующей последовательности:

- подключают УПВА к ИВК согласно рисунку А.5 или А.6 приложения А;
- устанавливают электрические параметры контрольного сигнала;
- задают на одном частотном выходе УПВА (имитация выходного сигнала рабочего ПР) значение частоты выходного сигнала 1000 Гц (допускается задавать другие значения частоты);
- задают на другом частотном выходе УПВА (имитация выходного сигнала ЭПР (КПР)) значение частоты выходного сигнала 1001 Гц (допускается задавать другие значения частоты);

- задают в ИВК время измерения или количество импульсов от ЭПР (КПР) за время измерения;
- начинают измерение в ИВК;
- проводят отсчёт измеренных значений количества импульсов с дисплея ИВК после окончания измерения;
- заносят полученные значения в таблицу Б.1.5 или Б.1.6 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б;
- проводят не менее трёх измерений;
- проводят обработку результатов измерений в соответствии с п. 11.5 настоящей методики.

#### 10.6 Проверка алгоритмов вычислений

Расчёт значений проверяемых алгоритмов осуществляют в соответствии с требованиями установленными в документе «Комплекс измерительно-вычислительный «Вектор-02». Алгоритмы вычислений».

Проверку алгоритмов вычислений ИВК проводят в режиме имитации входных электрических сигналов: в расчётах вместо измеренных значений ИВК использует введённые вручную фиксированные значения входных электрических сигналов, соответствующие средним значениям параметров в системе учёта в соответствии с таблицей 2.

Для имитации преобразователей с токовым выходом в ИВК задаётся значение входного тока  $I_{bx}$ , мА.

Для имитации преобразователей с частотным выходом в ИВК задаются количество импульсов за цикл измерения  $\Delta_N$ , имп, и длительность цикла измерения  $\Delta_T$ , с. Из этих значений ИВК вычисляет значения частоты  $f_{bx}$ , Гц и периода входного сигнала  $T_{bx}$ , мкс.

Фиксированные значения входных сигналов определяют по ГХ имитируемых преобразователей.

Таблица 3 – Значения входных параметров

$t_{pr}$ , °C	$t_{pp}$ , °C	$t_{pu_{bx}}$ , °C	$t_{pu_{bx}}$ , °C	$t_{\text{ЭПР}}$ , °C	$P_{pr}$ , МПа	$P_{pp}$ , МПа	$P_{pu_{bx}}$ , МПа	$P_{pu_{bx}}$ , МПа	$P_{\text{ЭПР}}$ , МПа	$\rho_{pp}$ , кг/м <sup>3</sup>
$t_{cp}$	$t_{cp} - 1$	$t_{cp} + 1$	$t_{cp} + 2$	$t_{cp} + 3$	$P_{cp}$	$P_{cp} + 0,1$	$P_{cp} - 0,1$	$P_{cp} - 0,2$	$P_{cp} - 0,3$	$\rho_{cp}$

Для всех ПР в ИВК устанавливают одинаковые коэффициенты преобразования (зависят от типа ПР). Допускается устанавливать разные коэффициенты преобразования ПР.

Расчётные значения проверяемых параметров вычисляют по формулам, приведённым в документе «Комплекс измерительно-вычислительный «Вектор-02». Алгоритмы вычислений» из комплекта эксплуатационной документации.

10.6.1 Проверка алгоритмов вычислений температуры, давления, плотности продукта и объёмной доли воды в продукте

Проверку алгоритмов вычислений температуры, давления, плотности продукта и объёмной доли воды в продукте проводят в следующей последовательности:

- переключают ИВК в режим имитации;
- вводят в ИВК значения  $I_{bx}$  для каждого токового входа, используемого для подключения преобразователей с токовым выходом;
- вводят в ИВК значения  $\Delta N$  и  $\Delta T$  для каждого импульсного входа, используемого для подключения преобразователей с частотным выходом;
- проводят отсчёт вычисленных значений с дисплея ИВК;
- заносят результаты вычислений в таблицы В.1 — В.5 протокола проверки алгоритмов вычислений, форма которого приведена в приложении В.

#### 10.6.2 Проверка алгоритмов вычислений объёма и массы продукта

Проверку алгоритмов вычислений объёма и массы продукта проводят в следующей последовательности:

- подают в ИВК количество импульсов, аналогично п. 10.3 (не менее 10000) для каждого импульсного входа, используемого для подключения ПР;
- начинают счёт импульсов в ИВК;
- проводят отсчёт вычисленных значений объёма и массы с дисплея ИВК после

окончания измерения;

– заносят результаты вычислений в таблицу В.6 (В.7) протокола проверки алгоритмов вычислений, форма которого приведена в приложении В.

10.6.3 Проверка алгоритмов вычислений коэффициента преобразования ПР при поверке (КМХ) по ПУ

Проверку алгоритмов вычислений коэффициента преобразования ПР при поверке (КМХ) по ПУ проводят в следующей последовательности:

– удаляют в ИВК, если было ранее введено, количество импульсов  $N$  для каждого импульсного входа, используемого для подключения ПР;

– вводят в ИВК значения количества импульсов от ПР и время измерения ( зависят от типа ПР);

– начинают измерение в ИВК;

– проводят отсчёт вычисленного значения коэффициента преобразования ПР с дисплея ИВК после окончания измерения;

– заносят результаты вычислений в таблицу В.8 (В.9, В.11, В.12) протокола проверки алгоритмов вычислений, форма которого приведена в приложении В.

10.6.4 Проверка алгоритмов вычислений коэффициента преобразования ПР при поверке (КМХ) по ЭПР (КПР)

Проверку алгоритмов вычислений коэффициента преобразования ПР при поверке (КМХ) по ЭПР (КПР) проводят в следующей последовательности:

– удаляют в ИВК, если было ранее введено, количество импульсов  $N$  для каждого импульсного входа, используемого для подключения ПР;

– вводят в ИВК значения количества импульсов от ПР и ЭПР (КПР) и время измерения ( зависят от типа ПР и ЭПР (КПР));

– начинают измерение в ИВК;

– проводят отсчёт вычисленного значения коэффициента преобразования ПР с дисплея ИВК после окончания измерения;

– заносят результаты вычислений в таблицу В.10 (В.13, В.14) протокола проверки алгоритмов вычислений, форма которого приведена в приложении В.

10.6.5 Проверка алгоритмов вычислений контрольного объёма газовой установки

Проверку алгоритмов вычислений контрольного объёма газовой установки проводят в следующей последовательности:

– переключают ИВК в режим имитации;

– вводят в ИВК значения  $I_{\text{вх}}$  для каждого токового входа, используемого для подключения преобразователей с токовым выходом температуры и давления;

– начинают измерение в ИВК;

– проводят отсчёт вычисленного значений контрольного объёма с дисплея ИВК после окончания измерения;

– заносят результаты вычислений в таблицы В.1 – В.5 протокола проверки алгоритмов вычислений, форма которого приведена в приложении В.

## 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,  $\Delta_{ij_i}$ , мА, вычисляют по формуле

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

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 Б.1.1 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

Результат поверки считают положительным, если значение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока не превышает  $\pm 0,01$  мА.

11.2 Определение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала

Относительную погрешность измерения периода импульсного сигнала по  $j$ -му импульсному входу при  $i$ -м измерении,  $\delta_{Tji}$ , %, рассчитывают по формуле:

$$\delta_{Tji} = \frac{T_{ji} - T_{0i}}{T_{0i}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $T_{ji}$  – измеренное значение периода по  $j$ -му импульсному входу при  $i$ -м измерении, мкс;

$T_{0i}$  – действительное значение периода при  $i$ -м измерении, мкс.

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

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

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности измерения частоты и периода импульсного сигнала не превышают  $\pm 0,002$  %.

11.3 Определение относительной погрешности измерения количества импульсов

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

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

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 Б.1.3 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности измерения количества импульсов не превышает  $\pm 0,005$  %.

11.4 Определение относительной погрешности измерения количества импульсов за интервал времени

Относительную погрешность измерения количества импульсов за интервал времени при  $i$ -м измерении,  $\delta_{NTi}$ , %, вычисляют по формуле

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

где  $N_i$  – измеренное значение количества импульсов за интервал времени при  $i$ -м измерении, имп;

$N_{0i}$  – действительное количество импульсов за интервал времени, имп.

Результаты вычислений заносят в таблицу Б.1.4 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

Результат поверки считают положительным если значение относительной погрешности измерения количества импульсов за интервал времени не превышает  $\pm 0,005$  %.

11.5 Определение погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени

Относительную погрешность измерений отношения количества импульсов за интервал времени при  $i$ -м измерении,  $\delta_{RNTi}$ , %, при одном ЭПР (КПР) вычисляют по формуле (5), при нескольких ЭПР (КПР) - по формуле (6).

$$\delta_{RNTi} = \left| \frac{\frac{N_{Pi}}{N_{\mathcal{E}i}} - \frac{f_p}{f_{\mathcal{E}}}}{\frac{f_p}{f_{\mathcal{E}}}} \right| \cdot 100, \quad (5)$$

$$\delta_{RNTi} = \left| \frac{\frac{N_{Pi}}{\sum_{k=1}^n N_{\mathcal{E}ki}} - \frac{f_p}{n \cdot f_{\mathcal{E}}}}{\frac{f_p}{n \cdot f_{\mathcal{E}}}} \right| \cdot 100, \quad (6)$$

где  $N_{Pi}$  – измеренное значение количества импульсов по импульсному входу для подключения рабочего ПР при  $i$ -м измерении, имп.;  
 $N_{\mathcal{E}i}$  – измеренное значение количества импульсов по импульсному входу для подключения ЭПР (КПР) при  $i$ -м измерении, имп.;  
 $N_{\mathcal{E}ki}$  – измеренное значение количества импульсов по импульсному входу для подключения  $k$ -го ЭПР (КПР) при  $i$ -м измерении, имп.;  
 $f_p$  – установленное значение частоты на импульсном входе для подключения рабочего ПР, Гц;  
 $f_{\mathcal{E}}$  – установленное значение частоты на импульсном входе для подключения ЭПР (КПР), Гц;  
 $n$  – количество ЭПР (КПР).

Результаты вычислений заносят в таблицу Б.1.5 (Б.1.6) протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности измерения отношения количества импульсов за интервал времени не превышает  $\pm 0,01\%$ .

11.6 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение объёма продукта

11.6.1 Для систем учёта с ПОР с импульсным выходным сигналом относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение объёма продукта  $\delta_V$ , %, принимают равной относительной погрешности измерения количества импульсов,  $\delta_N$ , %.

11.6.2 Для систем учёта с ПМР и ПП относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение объёма продукта,  $\delta_{VPMR}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{VPMR} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{MPMR}^2 + \delta_p^2 + \delta_t^2 + \delta_P^2} \quad (7)$$

$$\delta_p = \pm \frac{\Delta \rho}{\rho_{PPImin}} \cdot 100 \quad (8)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{max} \cdot \sqrt{\Delta_t^{pp} + \Delta_t^{pr}}, \quad (9)$$

$$\delta_P = \pm 100 \cdot \gamma_{max} \cdot \sqrt{\Delta_P^{pp} + \Delta_P^{pr}}, \quad (10)$$

где  $\delta_{MPMR}$  – пределы допускаемой относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение массы продукта (принимают равным  $\pm 0,005\%$ ), %;  
 $\Delta \rho$  – абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение плотности продукта (для ПП с частотным выходом вычисляют по формуле (Д.2), для ПП с токовым выходом – по формуле (Д.1) приложения Д), кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{PPImin}$  – минимальное возможное значение плотности продукта при эксплуатации ИВК, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\beta_{max}$  – максимальное возможное значение коэффициента объёмного расширения продукта (определяют по таблице Г.1 приложения Г), °C<sup>-1</sup>;

$\Delta_t^{пп}$ ,  $\Delta_t^{пр}$  – абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение температуры продукта при измерении плотности продукта ПП и объёма продукта ПОР соответственно (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\gamma_{\max}$  – максимальное возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г),  $\text{МПа}^{-1}$ ;

$\Delta_p^{пп}$ ,  $\Delta_p^{пр}$  – абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение давления продукта при измерении плотности продукта ПП и объёма продукта ПОР соответственно (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $\text{МПа}$ .

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

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности преобразования входных электрических сигналов в значение объёма продукта не превышает  $\pm 0,025\%$ .

11.7 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение массы продукта

11.7.1 Для систем учёта с ПОР и ПП относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение массы продукта,  $\delta_{\text{МПОР}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{\text{МПОР}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{VПОР}}^2 + \delta_p^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2}, \quad (11)$$

$$\delta_p = \pm \frac{\Delta p}{\rho_{\text{ППmin}}} \cdot 100, \quad (12)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{\max} \cdot \sqrt{\Delta_t^{пп}^2 + \Delta_t^{пр}^2}, \quad (13)$$

$$\delta_p = \pm 100 \cdot \gamma_{\max} \cdot \sqrt{\Delta_p^{пп}^2 + \Delta_p^{пр}^2}, \quad (14)$$

где  $\delta_{\text{VПОР}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение объёма продукта (принимают равным  $\pm 0,005\%$ ), %;

$\Delta_p$  – абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение плотности продукта (для ПП с частотным выходом вычисляют по формуле (Д.2), для ПП с токовым выходом – по формуле (Д.1) приложения Д),  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{ППmin}}$  – минимальное возможное значение плотности продукта при эксплуатации ИВК,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\beta_{\max}$  – максимальное возможное значение коэффициента объёмного расширения продукта (определяют по таблице Г.1 приложения Г),  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$\Delta_t^{пп}$ ,  $\Delta_t^{пр}$  – абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение температуры продукта при измерении плотности продукта ПП и объёма продукта ПОР соответственно (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\gamma_{\max}$  – максимальное возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г),  $\text{МПа}^{-1}$ ;

$\Delta_p^{пп}$ ,  $\Delta_p^{пр}$  – абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение давления продукта при измерении плотности продукта ПП и объёма продукта ПОР соответственно (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $\text{МПа}$ .

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

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности преобразования выходных электрических сигналов в значение массы продукта не превышает  $\pm 0,025\%$ .

11.7.2 Для систем учёта с ПМР относительную погрешность преобразования количества импульсов в значение массы продукта,  $\delta_m$ , %, принимают равной относительной погрешности измерения количества импульсов,  $\delta_n$ , %.

11.8 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ, градуировке)

11.8.1 При поверке (КМХ, градуировке) ПОР по ПУ относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР,  $\delta_{\text{КПОРПУ}}$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{КПОРПУ}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{NT}}^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2}, \quad (15)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_t^2_{\text{пу}} + \Delta_t^2_{\text{пр}}}, \quad (16)$$

$$\delta_p = \pm 100 \cdot \gamma_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_p^2_{\text{пу}} + \Delta_p^2_{\text{пр}}}, \quad (17)$$

где  $\delta_{\text{NT}}$  - предел допускаемой относительной погрешности измерений количества импульсов за интервал времени (принимают равным  $\pm 0,005\%$ );

$\beta_{\text{max}}$  - максимально возможное значение коэффициента объёмного расширения продукта (определяют по таблице Г.1 приложения Г),  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$\Delta_t^{\text{пу}}$ ,  $\Delta_t^{\text{пр}}$  - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение температуры продукта в ПУ и ПОР, соответственно, (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\gamma_{\text{max}}$  - максимально возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г),  $\text{МПа}^{-1}$ ;

$\Delta_p^{\text{пу}}$ ,  $\Delta_p^{\text{пр}}$  - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления продукта в ПУ и ПОР, соответственно, (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д), МПа.

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

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности преобразования выходных электрических сигналов в значение коэффициента ПОР не превышает  $\pm 0,02\%$ .

11.8.2 При поверке (КМХ, градуировке) ПОР по ЭПОР (КПОР) относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР,  $\delta_{\text{КПОРЭПОР}}$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{КПОРЭПОР}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{NT}}^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2}, \quad (18)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_t^2_{\text{ЭПР}} + \Delta_t^2_{\text{пр}}}, \quad (19)$$

$$\delta_p = \pm 100 \cdot \gamma_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_p^2_{\text{ЭПР}} + \Delta_p^2_{\text{пр}}}, \quad (20)$$

где  $\delta_{\text{NT}}$  - предел допускаемой относительной погрешности измерений количества импульсов за интервал времени (принимают равным  $\pm 0,005\%$ );

$\beta_{\text{max}}$  - максимально возможное значение коэффициента объёмного расширения продукта (определяют по таблице Г. 1 приложения Г),  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$\Delta_t^{\text{ЭПР}}$ ,  $\Delta_t^{\text{пр}}$  - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение температуры продукта в ЭПОР (КПОР) и ПОР, соответственно, (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\gamma_{\text{max}}$  - максимальное возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г),  $\text{МПа}^{-1}$ ;

$\Delta_p^{\text{ЭПР}}$ ,  $\Delta_p^{\text{пр}}$  - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления продукта в ЭПОР (КПОР) и ПОР, соответственно, (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д), МПа.

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

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности преобразования выходных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР не превышает  $\pm 0,02\%$ .

11.8.3 При поверке (КМХ, градуировке) ПОР по ЭПМР (КПМР) и ПП относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР,  $\delta_{\text{КПОРЭПМР}}$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{КПОРЭПМР}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{RNT}}^2 + \delta_{\rho}^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2} \quad (21)$$

$$\delta_{\rho} = \pm \frac{\Delta \rho}{\rho_{\text{ППmin}}} \cdot 100, \quad (22)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_t^{\text{пп}} + \Delta_t^{\text{эпор}}}, \quad (23)$$

$$\delta_p = \pm 100 \cdot \gamma_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_p^{\text{пп}} + \Delta_p^{\text{эпор}}}, \quad (24)$$

где  $\delta_{\text{RNT}}$  - предел допускаемой относительной погрешности измерения отношения количества импульсов за интервал времени (принимают равным  $\pm 0,01\%$ ), %;  
 $\Delta \rho$  - абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение плотности продукта (для ПП с частотным выходом вычисляют по формуле (Д.2), для ПП с токовым выходом - по формуле (Д.1) приложения Д),  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  
 $\rho_{\text{ППmin}}$  - минимальное возможное значение плотности продукта при эксплуатации ИВК,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  
 $\beta_{\text{max}}$  - максимальное возможное значение коэффициента объёмного расширения продукта (определяют по таблице Г.1 приложения Г),  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;  
 $\Delta_t^{\text{пп}}, \Delta_t^{\text{эпор}}$  - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение температуры продукта при измерении плотности продукта ПП и объёма продукта ЭПОР (КПОР), соответственно, (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $\gamma_{\text{max}}$  - максимально возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г),  $\text{МПа}^{-1}$ ;  
 $\Delta_p^{\text{пп}}, \Delta_p^{\text{эпор}}$  - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления продукта при измерении плотности продукта ПП и объёма продукта ЭПОР (КПОР), соответственно, (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $\text{МПа}$ .

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

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

11.9 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ, градуировке)

11.9.1 При поверке (КМХ, градуировке) ПМР по ПУ и ПП относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР,  $\delta_{\text{КПМРПУ}}$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{КПМРПУ}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{NT}}^2 + \delta_{\rho}^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2}, \quad (25)$$

$$\delta_{\rho} = \pm \frac{\Delta \rho}{\rho_{\text{ППmin}}} \cdot 100, \quad (26)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_t^{\text{пп}} + \Delta_t^{\text{пу}}}, \quad (27)$$

$$\delta_p = \pm 100 \cdot \gamma_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_p^{\text{пп}} + \Delta_p^{\text{пу}}}, \quad (28)$$

где  $\delta_{\text{NT}}$  - предел допускаемой относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение объёма продукта (принимают равным  $\pm 0,005\%$ );  
 $\Delta \rho$  - абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение плотности продукта (для ПП с частотным выходом вычисляют по формуле (Д.2), для ПП с токовым выходом - по формуле (Д.1) приложения Д),  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  
 $\rho_{\text{ППmin}}$  - минимальное возможное значение плотности продукта при эксплуатации ИВК,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  
 $\beta_{\text{max}}$  - максимальное возможное значение коэффициента объёмного расширения продукта (определяют по таблице Г.1 приложения Г),  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$\Delta_t^{пп}$ ,  $\Delta_t^{пу}$  - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение температуры продукта при измерении плотности продукта ПП и объёма продукта ПУ соответственно (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\gamma_{\max}$  - максимально возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г),  $\text{МПа}^{-1}$ ;

$\Delta_p^{пп}$ ,  $\Delta_p^{пу}$  - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления продукта при измерении плотности продукта ПП и объёма продукта ПУ соответственно (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $\text{МПа}$ .

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

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

11.9.2 При поверке (КМХ, градуировке) ПМР по ЭПМР (КПМР) относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР,  $\delta_{\text{КПМРЭПМР}}$ , %, принимают равной относительной погрешности измерения количества импульсов за интервал времени,  $\delta_{\text{RNT}}$ , %.

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

11.9.3 При поверке (КМХ, градуировке) ПМР по ЭПОР (КПОР) и ПП относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР,  $\delta_{\text{КПМРЭПОР}}$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{КПМРЭПОР}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{RNT}}^2 + \delta_p^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2}, \quad (29)$$

$$\delta_p = \pm \frac{\Delta p}{\rho_{\text{ППmin}}} \cdot 100, \quad (30)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{\max} \cdot \sqrt{\Delta_t^{пп}^2 + \Delta_t^{пу}^2}, \quad (31)$$

$$\delta_p = \pm 100 \cdot \gamma_{\max} \cdot \sqrt{\Delta_p^{пп}^2 + \Delta_p^{пу}^2}, \quad (32)$$

где  $\delta_{\text{RNT}}$  - предел допускаемой относительной погрешности измерения отношения количества импульсов за интервал времени (принимают равным  $\pm 0,01 \%$ ), %;

$\Delta p$  - абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение плотности продукта (для ПП с частотным выходом вычисляют по формуле (Д.2), для ПП с токовым выходом – по формуле (Д.1) приложения Д),  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{ППmin}}$  – минимальное возможное значение плотности продукта при эксплуатации ИВК,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\beta_{\max}$  - максимальное возможное значение коэффициента объёмного расширения продукта (определяют по таблице Г.1 приложения Г),  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$\Delta_t^{пп}$ ,  $\Delta_t^{пу}$  - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение температуры продукта при измерении плотности продукта ПП и объёма продукта ЭПОР (КПОР), соответственно, (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\gamma_{\max}$  - максимально возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г),  $\text{МПа}^{-1}$ ;

$\Delta_p^{пп}$ ,  $\Delta_p^{пу}$  - абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления продукта при измерении плотности продукта ПП и объёма продукта ЭПОР (КПОР), соответственно, (вычисляют по формуле (Д.1) приложения Д),  $\text{МПа}$ .

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

Результат поверки считают положительным, если значение относительной погрешности преобразования выходных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР 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 протоколом, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

12.3 Результаты проверки алгоритмов вычислений оформляют протоколом, рекомендуемая форма которого приведена в приложении В.

12.4 Если результат поверки положительный, на пломбу, устанавливаемую на каркас промышленного компьютера, ставят оттиск поверительного клейма.

12.5 Если результат поверки отрицательный, оттиск поверительного клейма гасят, ИВК к эксплуатации не допускают.

**Приложение А**  
(обязательное)

**СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ УПВА К ИВК**

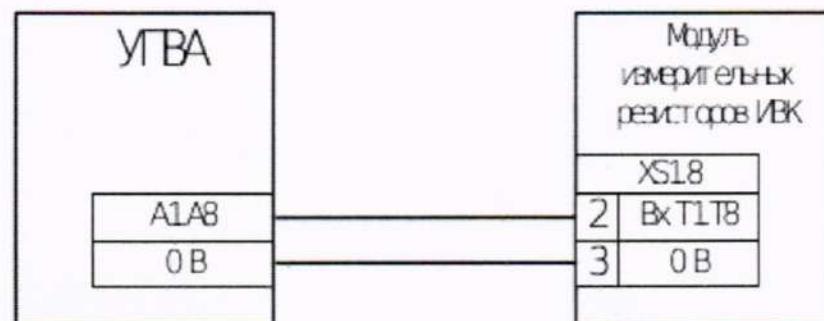


Рисунок А. 1 - Схема подключения для определения погрешности измерений тока

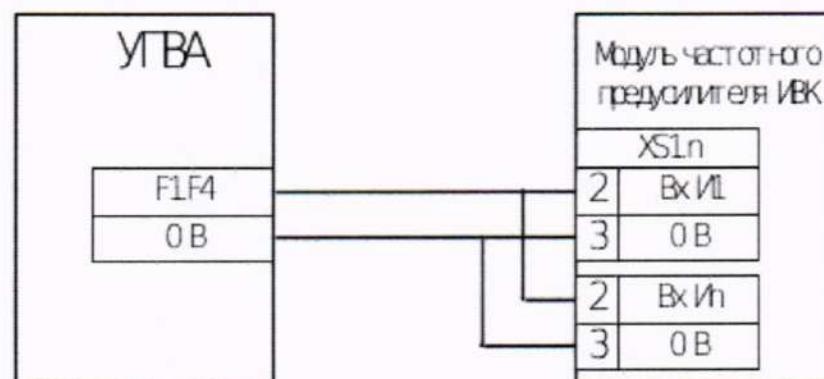


Рисунок А.2 - Схема подключения для определения погрешности измерений частоты (периода)

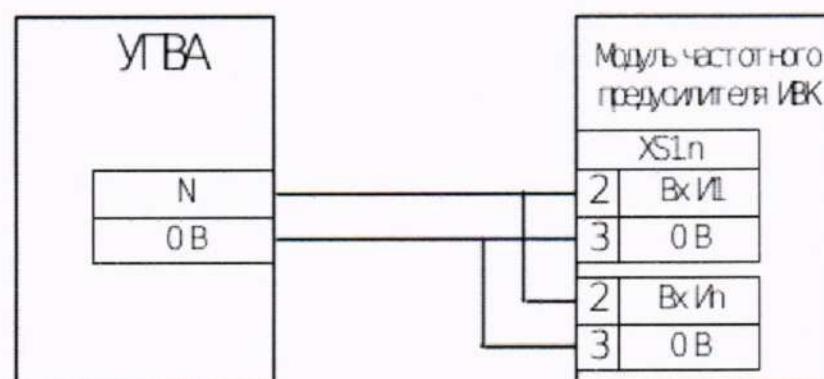


Рисунок А.3 - Схема подключения для определения погрешности измерений количества импульсов

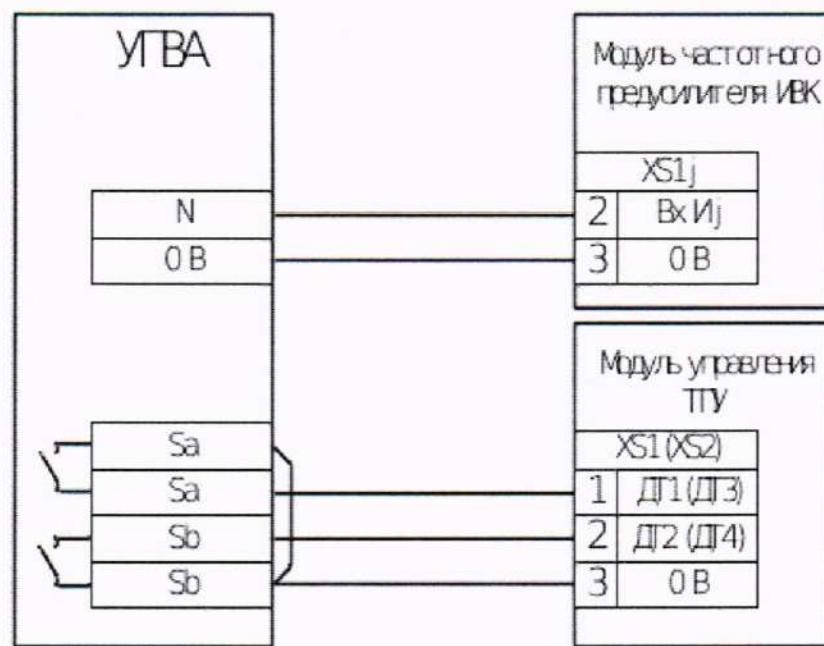


Рисунок А.4 - Схема подключения для определения погрешности измерений количества импульсов за интервал времени

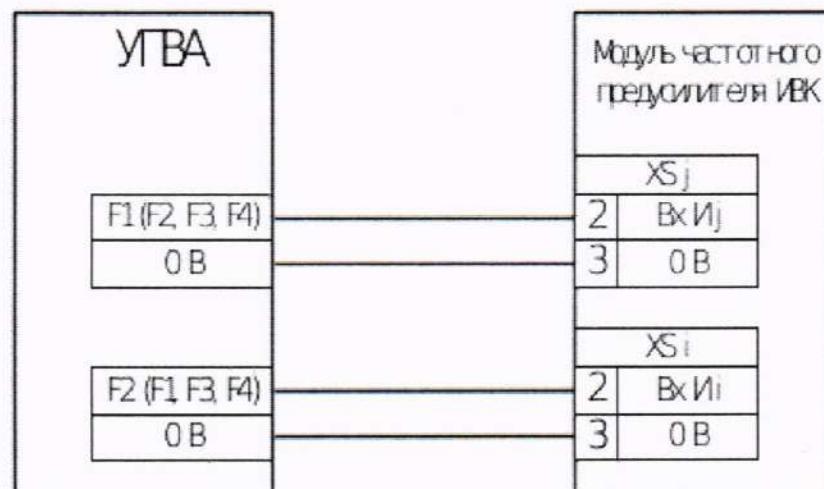


Рисунок А.5 - Схема подключения для определения погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени (один ЭПР (КПР))

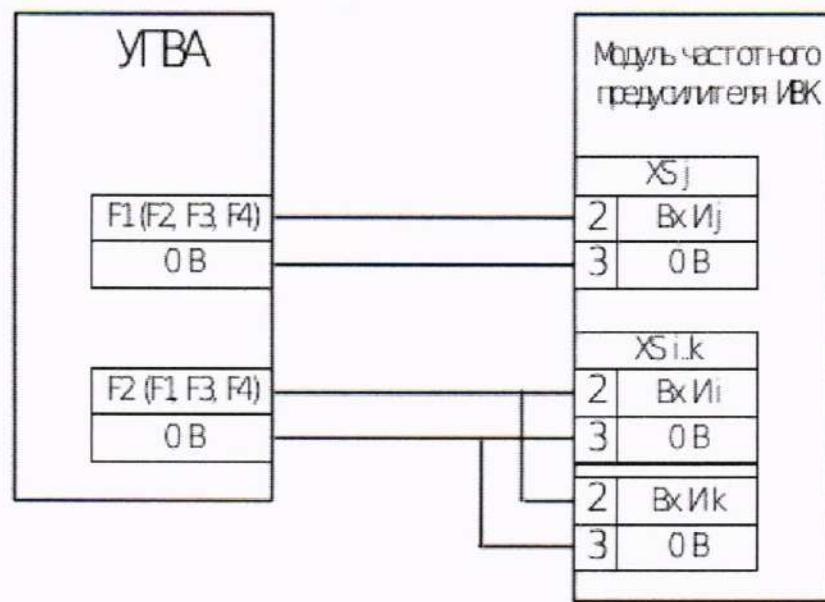


Рисунок А.6 - Схема подключения для определения погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени (несколько ЭПР (КПР))

**Приложение Б**  
(рекомендуемое)

**ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ ИВК**

**ПРОТОКОЛ №  
проверки ИВК «ВЕКТОР-02»**

Заводской номер \_\_\_\_\_ Дата выпуска \_\_\_\_\_

Принадлежит \_\_\_\_\_

Место проведения проверки \_\_\_\_\_

Средство поверки: Тип \_\_\_\_\_ Зав. № \_\_\_\_\_

**Б.1 Определение погрешности измерений входных электрических сигналов**

Таблица Б. 1.1 Результаты определения погрешности измерений тока ( $\Delta_{I_{ИВК}} \pm 0,01 \text{ mA}$ , для каналов газовой установки  $\Delta_{I_{ИВК}} \pm 0,001 \text{ mA}$ )

Вход	$I_{di}$ , мА	$I_{ji}$ , мА	$\Delta_{I_{ji}}$ , мА
ВхТ 1			
...	...	...	...
ВхТ n			

Таблица Б. 1.2 Результаты определения погрешности измерений периода и частоты ( $\delta_{T_{ИВК}} \pm 0,002\%$ ,  $\delta_{f_{ИВК}} \pm 0,002\%$ )

Вход	$T_{0i}$ , мкс	$T_{ji}$ , мкс	$\delta_{T_{ji}}$ , %	$\delta_{f_{ji}}$ , %
ВхИ 1				
...	...	...	...	...
ВхИ n				

Таблица Б. 1.3 Результаты определения погрешности измерений количества импульсов ( $\delta_{N_{ИВК}} \pm 0,005\%$ )

Вход	$f$ , Гц	$N_0$ , имп.	$N_{ji}$ , имп.	$\delta_{N_{ji}}$ , %
ВхИ 1				
...	...	...	...	...
ВхИ n				

Таблица Б. 1.4 Результаты определения погрешности измерений количества импульсов за интервал времени ( $\delta_{\text{NTивк}} \pm 0,005 \%$ )

$f$ , Гц	$N_0$ , имп.	$N_{ji}$ , имп.	$\delta_{Nji}$ , %
Входы Дт1 и Дт2			
Входы Дт3 и Дт4			

Таблица Б. 1.5 Результаты определения погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени (для одного ЭПР (КПР)) ( $\delta_{\text{RNTивк}} \pm 0,01 \%$ )

$f_{\text{Э}}$ , Гц	$f_{\text{Р}}$ , Гц	$N_{pi}$ , имп.	$N_{\text{Э}i}$ , имп.	$\delta_{\text{RNT}i}$ , %

Таблица Б. 1.6 Результаты определения погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени (для нескольких ЭПР (КПР)) ( $\delta_{\text{RNTивк}} \pm 0,01 \%$ )

$f_{\text{Э}}$ , Гц	$f_{\text{Р}}$ , Гц	$N_{pi}$ , имп.	$N_{\text{Э}i}$ , имп.	...	$N_{\text{Э}ki}$ , имп.	$\delta_{\text{RNT}i}$ , %

## Б.2 Определение погрешности преобразования входных электрических сигналов в значения величин

Таблица Б.2.1 Исходные данные

$\Delta_{I_{\text{ивк}}}$ , мА	$\delta_{I_{\text{ивк}}}$ , %	$\delta_{N_{\text{ивк}}}$ , %	$\delta_{\text{NTивк}}$ , %	$\delta_{\text{RNTивк}}$ , %	$\delta_{V_{\text{ивк}}}$ , %	$\rho_{\text{ППmin}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\beta_{\text{max}}$ , 1/°C	$\gamma_{\text{max}}$ , 1/МПа

Таблица Б.2.2 Исходные данные ПТ

Параметр	$I_{\text{min}}$ , мА	$I_{\text{max}}$ , мА	$t_{\text{min}}$ , °C	$t_{\text{max}}$ , °C
$t_{\text{ПР}}$				
$t_{\text{ПП}}$				
$t_{\text{ПУ}}$				
$t_{\text{ЭПР}}$				

Таблица Б.2.3 Исходные данные ПД

Параметр	$I_{\min}$ , мА	$I_{\max}$ , мА	$P_{\min}$ , МПа	$P_{\max}$ , МПа
$P_{\text{ПР}}$				
$P_{\text{ПП}}$				
$P_{\text{ПУ}}$				
$P_{\text{ЭПР}}$				

Таблица Б.2.4 Исходные данные ПП с частотным выходом

Параметр	$T_{\min}$ , мкс	$T_{\max}$ , мкс	$\rho_{\min}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{\max}$ , кг/м <sup>3</sup>
$\rho_{\text{ПП}}$				

Таблица Б.2.5 Исходные данные ПП с токовым выходом

Параметр	$I_{\min}$ , мА	$I_{\max}$ , мА	$\rho_{\min}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{\max}$ , кг/м <sup>3</sup>
$\rho_{\text{ПП}}$				

Таблица Б.2.6 Исходные данные по газовой установке

$T_{\min}$ , К	$T_{\max}$ , К	$\delta_t$ , %	$\Delta P_{\min}$ , кПа	$\Delta P_{\max}$ , кПа	$\delta_{\Delta p}$ , %

Таблица Б.2.7 Результаты определения погрешности преобразования входных электрических сигналов в значения величин

Название	Измеренное значение	Предел доп. погрешности
1	2	3
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение объема продукта (ПОР), $\delta_v$ , %		$\pm 0,005$
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение объема продукта (ПМР и ПП), $\delta_v$ , %		$\pm 0,025$
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение массы продукта (ПОР и ПП), $\delta_m$ , %		$\pm 0,025$
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение массы продукта (ПМР), $\delta_m$ , %		$\pm 0,005$
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР (при поверке (КМХ) по ПУ или КП), $\delta_{kv}$ , %		$\pm 0,020$
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР (при поверке (КМХ) по ЭПОР (КПОР)), $\delta_{kv}$ , %		$\pm 0,020$
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР (при поверке (КМХ) по эталонному ПМР, (КПМР) и ПП		$\pm 0,025$

1	2	3
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР (при поверке (КМХ) по ПУ и ПП), $\delta_{\text{км}}$ , %		$\pm 0,025$
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР (при поверке (КМХ) по ЭПОР (КПОР) и ПП), $\delta_{\text{км}}$ , %		$\pm 0,025$
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР (при поверке (КМХ) по ЭПМР (КПМР)), $\delta_{\text{км}}$ , %		$\pm 0,005$

Заключение: ИВК «ВЕКТОР-02» к дальнейшей эксплуатации \_\_\_\_\_

Подпись лица проводившего поверку \_\_\_\_\_

Дата проведения поверки «\_\_\_\_\_»

**Приложение В**  
(рекомендуемое)

**ФОРМА ПРОТОКОЛА ПРОВЕРКИ АЛГОРИТМОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ ИВК**

**ПРОТОКОЛ №  
проверки алгоритмов вычислений ИВК «ВЕКТОР-02»**

Заводской номер \_\_\_\_\_ Дата выпуска \_\_\_\_\_  
Принадлежит \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Место проведения проверки \_\_\_\_\_  
Таблица В. 1 Проверка алгоритма вычислений температуры (ПТ с токовым выходом)

Параметр	$I_{min}$ , mA	$I_{max}$ , mA	$t_{min}$ , °C	$t_{max}$ , °C	$I_{вх}$ , mA	$t_{(расч)}$ , °C	$t_{(ивк)}$ , °C
$t_{ПР}$							
$t_{ПП}$							
$t_{ПУ вх}$							
$t_{ПУ вых}$							
$t_{СТ}$							
$t_{ЭПР}$							

Таблица В.2 Проверка алгоритма вычислений давления (ПД с токовым выходом)

Параметр	$I_{min}$ , mA	$I_{max}$ , mA	$P_{min}$ , МПа	$P_{max}$ , МПа	$I_{вх}$ , mA	$P_{(расч)}$ , МПа	$P_{(ивк)}$ , МПа
$P_{ПР}$							
$P_{ПП}$							
$P_{ПУ вх}$							
$P_{ПУ вых}$							
$P_{ЭПР}$							

Таблица В.3 Проверка алгоритма вычислений плотности продукта  $\rho_{пп}$  (ПП с частотным выходом)

КО	K1	K2	K18	K19	K20A	K20B

Продолжение таблицы В.3

K21A	K21B	$\Delta N$ , имп	$\Delta T$ , с	$T_{вх}$ , мкс	$\rho_{пп (расч)}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{пп (ивк)}$ , кг/м <sup>3</sup>

Таблица В.4 Проверка алгоритма вычислений плотности продукта,  $\rho$  (ПП с токовым выходом)

$I_{\min}$ , mA	$I_{\max}$ , mA	$\rho_{\min}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{\max}$ , кг/м <sup>3</sup>	$I_{\text{вх}}$ , mA	$\rho_{(\text{расч})}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{(\text{ивк})}$ , кг/м <sup>3</sup>

Таблица В.5 Проверка алгоритма вычислений объемной доли воды в продукте,  $\varphi_V$ , (влагомер с токовым выходом)

$I_{\min}$ , mA	$I_{\max}$ , mA	$\varphi_{V\min}$ , %	$\varphi_{V\max}$ , %	$I_{\text{вх}}$ , mA	$\varphi_{V(\text{расч})}$ , %	$\varphi_{V(\text{ивк})}$ , %

Таблица В.6 Проверка алгоритма вычислений объема и массы продукта (ПОР)

Кол-во ПР	$N$ , имп	$K$ , ипм/м	$V_{\text{БИЛ(расч)}}$ , м <sup>3</sup>	$V_{\text{БИЛ(ивк)}}$ , м <sup>3</sup>	$M_{\text{БИЛ(расч)}}$ , т	$M_{\text{БИЛ(ивк)}}$ , т

Таблица В.7 Проверка алгоритма вычислений массы продукта (ПМР)

Кол-во	ПР	$N$ , имп	$K$ , ипм/т	$M_{\text{БИЛ(расч)}}$ , т	$M_{\text{БИЛ(ивк)}}$ , т

Таблица В.8 Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ) по ТПУ

$V_0$ , м <sup>3</sup>	$D$ , мм	$S$ , мм	$E$ , МПа	$\alpha_t$ , 1/°C	$N$ , имп	$K_{(\text{расч})}$ , имп/м <sup>3</sup>	$K_{(\text{ивк})}$ , имп/м <sup>3</sup>

Таблица В.9 Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ) по КП

$V_0$ , м <sup>3</sup>	$D$ , мм	$S$ , мм	$E$ , МПа	$\alpha_{K1}$ , 1/°C	$N$ , имп	$K_{(\text{расч})}$ , имп/м <sup>3</sup>	$K_{(\text{ивк})}$ , имп/м <sup>3</sup>

Таблица В. 10 Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ) по ЭПОР (КПОР)

$N_{\text{ЭПР}}$ , имп	$K_{\text{ЭПР}}$ , имп/м <sup>3</sup>	$N$ , имп	$K_{(\text{расч})}$ , имп/м <sup>3</sup>	$K_{(\text{ивк})}$ , имп/м

Таблица В. 11 Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ) по ТПУ и ПП

$V_0$ , м <sup>3</sup>	$D$ , мм	$S$ , мм	$E$ , МПа	$\alpha_t$ , 1/°C	$N$ , имп	$K_{(\text{расч})}$ , имп/т	$K_{(\text{ивк})}$ , имп/т

Таблица В. 13 Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ) по ЭПОР (КПОР) и ПП

$N_{ЭПР}$ , имп	$K_{ЭПР}$ , имп/м <sup>3</sup>	$N$ , имп	$K_{(расч)}$ , имп/т	$K_{(ивк)}$ , имп/т

Таблица В. 14 Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ) по ЭПМР (КПМР)

$N_{ЭПР}$ , имп	$K_{ЭПР}$ , имп/т	$N$ , имп	$K_{(расч)}$ , имп/т	$K_{(ивк)}$ , имп/т

Подпись лица, проводившего проверку \_\_\_\_\_  
 Дата проведения проверки «     » \_\_\_\_\_

**Приложение Г**  
(справочное)

**СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ**

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\beta, 1/^\circ\text{C}$	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\beta, 1/^\circ\text{C}$
690,0-699,9	0,00130	850,0-859,9	0,00081
700,0-709,9	0,00126	860,0-869,9	0,00079
710,0-719,9	0,00123	870,0-879,9	0,00076
720,0-729,9	0,00119	880,0-889,9	0,00074
730,0-739,9	0,00116	890,0-899,9	0,00072
740,0-749,9	0,00113	900,0-909,9	0,00070
750,0-759,9	0,00109	910,0-919,9	0,00067
760,0-769,9	0,00106	920,0-929,9	0,00065
770,0-779,9	0,00103	930,0-939,9	0,00063
780,0-789,9	0,00100	940,0-949,9	0,00061
790,0-799,9	0,00097	950,0-959,9	0,00059
800,0-809,9	0,00094	960,0-969,9	0,00057
810,0-819,9	0,00092	970,0-979,9	0,00055
820,0-829,9	0,00089	980,0-989,9	0,00053
830,0-839,9	0,00086	990,0-999,9	0,00052
840,0-849,9	0,00084	-	-

Таблица Г.2 Коэффициенты сжимаемости продукта  $\gamma$

Наименование продукта	$\gamma, 1/\text{МПа}$
Нефть	$1,2 \times 10^{-3}$
Бензин	$1,0 \times 10^{-3}$
Керосин	$0,7 \times 10^{-3}$
Дизельное топливо	$0,65 \times 10^{-3}$

Таблица Г.3 Коэффициенты линейного расширения  $\alpha_t$  и модуль упругости материала Е стенок ТПУ

Материал	$\alpha_t, 1/^\circ\text{C}$	$E, \text{кПа}$
Сталь углеродистая	$2,23 \cdot 10^{-5}$	$2,068 \cdot 10^8$
Сталь нержавеющая 304	$3,19 \cdot 10^{-5}$	$1,965 \cdot 10^8$
Сталь нержавеющая 17-4	$2,16 \cdot 10^{-5}$	$1,965 \cdot 10^8$

Примечание: Если значения  $\alpha_t$  и Е приведены в паспорте ТПУ, то для расчетов используют паспортные значения.

**Приложение Д**  
(Обязательное)

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

Д.1 Абсолютную погрешность преобразования тока в значение параметра  $X$ ,  $\Delta_X$ , вычисляют по формуле:

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

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  $\pm 0,01$  мА).

Д.2 Абсолютную погрешность преобразования периода входного сигнала в значение плотности продукта,  $\Delta_\rho$ , вычисляют по формуле:

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

где  $\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\max}$  – наибольшее и наименьшее значение диапазона измерений плотномера, кг/м<sup>3</sup>;  
 $T_{\min}$ ,  $T_{\max}$  – 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  $\pm 0,002$  %);  
 $T_i$  – значение периода выходного сигнала, соответствующее значению измеряемого параметра, мкс, вычисляемое по формуле:

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

где  $K_0$ ,  $K_1$ ,  $K_2$  – градуировочные коэффициенты плотномера (из свидетельства о поверке плотномера);  
 $\rho_{\text{ППmin}}$  – минимальное возможное значение плотности продукта, кг/м<sup>3</sup>.