

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
ФБУ «Пензенский ЦСМ»



Ю. Г. Тюрина

26 апреля 2024 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**ВЫЧИСЛИТЕЛИ РАСХОДА НЕФТИ И
НЕФТЕПРОДУКТОВ
ЦИФРОЙЛ**

Методика поверки
ЖАЯК.407000.001 МП

г. Пенза
2024

Общие положения

Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства проведения первичной и периодической поверки вычислителей расхода нефти и нефтепродуктов ЦифрОйл (далее – вычислители), предназначенных для измерений и преобразований сигналов измерительных преобразователей в значения измеряемых параметров и вычислений по измеренным значениям количественных и качественных характеристик нефти и нефтепродуктов.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики			Значение
Диапазон измерений силы постоянного тока, мА ¹			от 4 до 20, от 0 до 20
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В ¹			от 0 до 5, от 0 до 10
Диапазон измерений количества импульсов, имп.			от 0 до 16 777 215
Диапазон измерений частоты импульсного сигнала, Гц			от 0,1 до 20 000
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений силы постоянного тока, % ²			±0,03
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока, % ²			±0,025
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразований сигналов термометров сопротивлений в значения температуры, °С			
Тип термометра	Температурный коэффициент термометра сопротивления, α, °С ⁻¹	Диапазон измерений, °С	
50П, 100П	0,00391	от –50 до +130	±0,1
Pt50, Pt100	0,00385		
500П, 1000П	0,00391	от –50 до +380	
Pt500, Pt1000	0,00385		
50М, 100М	0,00428	от –50 до +120	
50М, 100М	0,00426		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты входного частотного сигнала, %			±0,001
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений количества импульсов, имп. на каждые 100 000 имп.			±1
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений коэффициента преобразования расходомера, %			±0,01
Границы допускаемой основной относительной погрешности измерений плотности нефти и нефтепродуктов при доверительной вероятности 0,95, %			±0,03
Границы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений плотности нефти и нефтепродуктов, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной на каждые 10 °С, при доверительной вероятности 0,95, %			±0,007
Границы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) нефти и нефтепродуктов в рабочих условиях эксплуатации при доверительной вероятности 0,95, %			±0,02

Границы допускаемой основной относительной погрешности измерений массового расхода (массы брутто) нефти и нефтепродуктов при доверительной вероятности 0,95, %	±0,035
Границы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений массового расхода (массы брутто) нефти и нефтепродуктов, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной на каждые 10 °С, при доверительной вероятности 0,95, %	±0,007
Примечания. ¹ Выбирается потребителем. ² Нормирующим значением является диапазон измерений.	

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечиваются:

– передача единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 1 октября 2018 г. № 2091, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ4-91;

– передача единицы постоянного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта 28 июля 2023 г. № 1520, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ13-01;

– передача единицы электрического сопротивления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ14-2014;

– передача единицы времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ1-2022.

При определении метрологических характеристик поверяемого вычислителя используется метод прямых измерений поверяемым вычислителем значений измеряемых величин, воспроизводимых средствами поверки.

Поверка вычислителя в сокращенном объеме невозможна.

Возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов вычислителя присутствует.

1 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела, пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	5	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	7	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8	–	–
Определение погрешности измерений силы постоянного тока	8.1	да	да

Определение погрешности измерений постоянного напряжения	8.2	да	да
Определение погрешности измерений частоты	8.3	да	да
Определение погрешности измерений количества импульсов	8.4	да	да
Определение погрешности преобразований сигналов термометров сопротивлений в значения температуры	8.5	да	да
Оформление результатов поверки	9	да	да

2 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- напряжение питания переменного электрического тока, В от 187 до 242;
- частота переменного электрического тока, Гц от 49,5 до 50,5.

3 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Основные средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 8	Рабочие эталоны единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда в диапазоне измерений от 0 до 20 мА по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091.	Калибратор универсальный Fluke 5520A (рег. № 23346-02 в ФИФ ОЕИ)
	Рабочие эталоны единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда в диапазоне измерений от 0 до 10 В по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520.	Калибратор универсальный Fluke 5520A (рег. № 23346-02 в ФИФ ОЕИ)
	Рабочие эталоны единицы электрического сопротивления 4-го разряда в диапазоне измерений от 0 до 2,5 кОм по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456.	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная P3026-1 (рег. № 8478-81 в ФИФ ОЕИ)
	Рабочие эталоны единицы частоты 5-го разряда в диапазоне измерений от 0,1 до 20 000 Гц по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360.	Частотомер универсальный CNT-91 (Рег. № 41567-09 в ФИФ ОЕИ)

Таблица 4 – Вспомогательные средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Пункт 6.1	<p>Диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа (от 700 до 1100 гПа), пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,25$ кПа ($\pm 2,5$ гПа).</p> <p>Диапазон измерений температуры от 0 до +60 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °С.</p> <p>Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± 2 %.</p>	Термогигрометр ИВА-6Н-Д (Рег. № 46434-11 в ФИФ ОЕИ)
Раздел 8	<p>Диапазон воспроизведения частоты от 0,1 Гц до 20 кГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (25 \cdot 10^{-6} \cdot f + 0,004)$ Гц.</p>	Мультиметр Ресурс-ПЭ (Рег. № 33750-12 в ФИФ ОЕИ)

3.2 Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемым вычислителям.

3.3 Средства поверки должны соответствовать требованиям пунктов 14-16 Приказа Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные действующими «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», требования разделов «Указания мер безопасности», приведённых в эксплуатационной документации применяемых средств поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, имеющие II квалификационную группу по электробезопасности в электроустановках до 1000 В.

4.3 Лица, выполняющие измерения, должны быть ознакомлены со всеми действующими инструкциями и правилами по безопасному выполнению работ и требованиями, указанными в эксплуатационных документах вычислителей и средств поверки.

4.4 Средства поверки, имеющие заземляющую клемму, должны быть заземлены в соответствии с требованиями действующих «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

4.5 Клеммы защитного заземления средств поверки необходимо присоединять

заземляющим проводником к контуру защитного заземления раньше других присоединений и отсоединять в последнюю очередь.

5 Внешний осмотр средства измерений

5.1 При внешнем осмотре должны быть установлены:

- соответствие внешнего вида вычислителя приведенному в описании типа;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на метрологические характеристики вычислителя и на его функционирование в целом;
- наличие неповрежденных оттисков клейм и пломб;
- соответствие комплектности вычислителя эксплуатационной документации и описанию типа.

5.2 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если при проверке подтверждается их соответствие требованиям п. 5.1.

5.3 При отрицательных результатах внешнего осмотра дальнейшие операции поверки не проводятся.

6 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

6.1 Контроль условий поверки

6.1.1 Контроль условий поверки проводить средствами поверки, приведенными в таблице 2.

6.1.2 Результаты контроля условий поверки считаются положительными, если подтверждается их соответствие требованиям раздела 2.

6.1.3 При отрицательных результатах контроля условий поверки дальнейшие операции поверки не проводятся до достижения условиями поверки требуемых значений.

6.2 Подготовка к поверке

Должны быть выполнены следующие действия:

- подготовить к работе средства поверки согласно их эксплуатационной документации;
- подготовить к работе вычислитель в соответствии с руководством по эксплуатации на него;

6.3 Опробование средства измерений

6.3.1 При опробовании должна быть установлена возможность функционирования вычислителя согласно руководству по эксплуатации на него.

6.3.2 Результаты опробования считаются положительными, если вычислителю после включения функционирует согласно руководству по эксплуатации на него.

7 Проверка программного обеспечения средства измерений

7.1 Проверить идентификационные данные метрологически значимого программного обеспечения (далее – ПО) согласно документу ЖАЯК.407000.001 РЭ «Вычислители расхода нефти и нефтепродуктов ЦифрОйл. Руководство по эксплуатации».

7.2 Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные данные метрологически значимого ПО соответствуют сведениям, приведенным в описании типа.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Определение погрешности измерений силы постоянного тока

Пользуясь эксплуатационной документацией вычислителя, подключить к одному из его токовых входов калибратор Fluke 5520A.

Поочередно подать на вход выбранного измерительного канала эталонное значение силы постоянного тока в соответствии с выбранной точкой поверки. Точки поверки выбираются из ряда поочередно: 4; 8; 12; 16; 20 мА для каналов 4-20 мА или 0; 4; 8; 12; 16; 20 мА для каналов 0-20 мА.

ПО вычислителя отобразит измеренное значение в виде цифрового кода в принятых единицах измеряемой физической величины.

Необходимо рассчитать номинальное значение выходного сигнала поверяемого измерительного канала $Y_{\text{ном}}$ (цифрового кода) в принятых единицах измеряемой физической величины, соответствующего установленному номинальному значению входного сигнала $X_{\text{ном}}$, по формуле:

$$Y_{\text{ном}} = Y_{\text{мин}} + \frac{Y_{\text{макс}} - Y_{\text{мин}}}{X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}}} \times (X_{\text{ном}} - X_{\text{мин}})$$

где $Y_{\text{макс}}$ и $Y_{\text{мин}}$ – максимальное и минимальное значения диапазона измерений поверяемого канала вычислителя в принятых единицах измеряемой физической величины.

Далее необходимо рассчитать приведённую погрешность поверяемого канала вычислителя в данной точке проверки.

Повторить действия по данному пункту для всех проверяемых точек и для всех токовых входов (измерительных каналов) вычислителя. Количество аналоговых входов (каналов) вычислителя должно быть указано в его формуляре.

Вычислитель считается прошедшим поверку, если основная приведенная погрешность измерений силы постоянного тока не превышает $\pm 0,03\%$.

8.2 Определение погрешности измерений постоянного напряжения

Пользуясь эксплуатационной документацией вычислителя, подключить к одному из его каналов измерения напряжения калибратор Fluke 5520A.

Поочередно подать на вход выбранного измерительного канала эталонное значение постоянного напряжения в соответствии с выбранной точкой проверки. Точки проверки выбираются из ряда поочередно: 0; 1; 2; 3; 4; 5 В для каналов 0-5 В или 0; 2; 4; 6; 8; 10 В для каналов 0-10 В.

ПО вычислителя отобразит измеренное значение в виде цифрового кода в принятых единицах измеряемой физической величины.

Необходимо рассчитать номинальное значение выходного сигнала испытываемого измерительного канала $Y_{\text{ном}}$ (цифрового кода) в принятых единицах измеряемой физической величины, соответствующего установленному номинальному значению входного сигнала $X_{\text{ном}}$, по формуле:

$$Y_{\text{ном}} = Y_{\text{мин}} + \frac{Y_{\text{макс}} - Y_{\text{мин}}}{X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}}} \times (X_{\text{ном}} - X_{\text{мин}})$$

где $Y_{\text{макс}}$ и $Y_{\text{мин}}$ – максимальное и минимальное значения диапазона измерений испытываемого канала в принятых единицах измеряемой физической величины.

Далее необходимо рассчитать приведённую погрешность испытываемого канала вычислителя в данной точке поверки.

Повторить действия по данному пункту для всех проверяемых точек и для всех измерительных каналов напряжения вычислителя. Количество аналоговых входов (каналов) вычислителя должно быть указано в его формуляре.

Вычислитель признаётся годным, если основная приведенная погрешность измерений постоянного напряжения не превышает $\pm 0,025 \%$.

8.3 Определение погрешности измерений частоты

Пользуясь эксплуатационной документацией вычислителя, подключить к одному из его каналов измерения частоты генератор DS360.

В программном обеспечении вычислителя перейти на видеокادر отображения частоты входного сигнала.

Установить на выходе генератора напряжение прямоугольной формы с амплитудой от 3 до 24 В.

Поочередно подать на вход выбранного измерительного канала эталонное значение частоты в соответствии с выбранной точкой проверки. Точки проверки выбираются из ряда поочерёдно: 0,1 Гц; 100 Гц; 1 кГц; 10 кГц; 20 кГц. Значение устанавливаемой на генераторе DS360 частоты контролировать с помощью частотомера универсального в режиме измерения периода или частоты в зависимости от выбранной точки проверки.

Повторить действия по данному пункту для всех частотных каналов. Количество частотных каналов данного типа должно быть указано в формуляре испытываемого вычислителя.

Вычислитель считается прошедшим поверку, если относительная погрешность измерений частоты не превышает $\pm 0,001 \%$.

8.4 Определение погрешности измерений количества импульсов

Пользуясь эксплуатационной документацией вычислителя, подключить к одному из его каналов счёта импульсов генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360.

В программном обеспечении вычислителя перейти на видеокادر отображения количества импульсов для выбранного измерительного канала.

Установить на выходе генератора импульсный сигнал типа «меандр» положительной полярности с амплитудой от 3 до 24 В.

На выходе генератора DS360 задать количество импульсов равное 50 000, сразу после завершения подсчёта количества импульсов вычислителем повторно задать количество импульсов равное 50 000.

Повторить действия по данному пункту для всех каналов счёта импульсов. Количество каналов данного типа должно быть указано в формуляре испытываемого вычислителя.

Вычислитель считается прошедшим поверку, если абсолютная погрешность измерений количества импульсов не превышает ± 1 имп. на каждые 100 000 имп.

8.5 Определение погрешности преобразований сигналов термометров сопротивлений в значения температуры

Определение проводят с помощью магазина сопротивления, подключаемого к входу канала измерений.

Определение проводят в 5-6 точках, приблизительно равномерно распределённых по диапазону измерений канала (значения сопротивления, соответствующие эталонным значениям температуры выбираются по ГОСТ 6651 для конкретного типа термосопротивления).

Вычислитель считается прошедшим поверку, если основная абсолютная погрешность преобразований сигналов термометров сопротивлений в значения температуры не превышает $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$

9 Оформление результатов поверки

9.1 Сведения о результатах поверки вычислителя должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с указаниями части 3 статьи 20 Федерального закона от 26.06.2008 № 102-ФЗ аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку, в сроки, установленные Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

Примечание – Если в соответствии с заявлением владельца вычислителя или лица, представившего вычислитель на поверку, проведена поверка отдельных измерительных каналов из состава вычислителя с положительными результатами, в сведениях о результатах поверки вычислителя (или в свидетельстве о поверке) обязательно должен быть приведен перечень этих измерительных каналов.

9.2 По заявлению владельца вычислителя или лица, представившего вычислитель на поверку, в случае положительных результатов поверки выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510. При этом знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

9.3 По заявлению владельца вычислителя или лица, представившего вычислитель на поверку, в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению, по форме и содержанию удовлетворяющее требованиям Приказа Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510, с указанием причин непригодности.

9.4 По заявлению владельца вычислителя или лица, представившего вычислитель на поверку, оформляют протокол поверки по форме, принятой в организации, проводившей поверку.