

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Вычислители количества энергоносителей Ирга-2

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-512-2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на вычислители количества энергоносителей Ирга-2 (далее – вычислители) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга России № 2907 от 28.08.2020 г. «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений применяется метод прямых измерений.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений силы постоянного электрического тока, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений силы постоянного электрического тока, %	$\pm 0,1$
Диапазон измерений электрического сопротивления постоянного тока, Ом	от 20,02 до 400
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока, %	$\pm 0,1$
Диапазон измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009, °C - Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) - 100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -196,53 до +850 от -193,67 до +850
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте от термопреобразователей сопротивления Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$), 100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009, °C в диапазоне рабочих условий эксплуатации: - св. 0 °C до + 40 °C включ.	$\pm 0,1$
Диапазон измерений частоты, Гц	от 2 до 1000 от 100 до 1100
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты, %	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме за сутки, с	$\pm 1,5$
Примечание – Нормируемым значением для приведенной погрешности является разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений.	

Таблица 2 – Метрологические характеристики при вычислении реализованных методик расчёта

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений расхода и количества жидкостей и газов, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГОСТ 8.586.5-2005 и его программной реализацией, %	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений физических свойств на основе данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГОСТ 30319.2-2015 и его программной реализацией, %	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений плотности, энтальпии, энтропии и изобарной теплоёмкости жидкого и газообразного воздуха при температурах от 70 до 1500 К и давлениях от 0,1 до 100 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД 8-79 и его программной реализацией, %	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений плотности, фактора сжимаемости, скорости звука, показателя адиабаты, коэффициента динамической вязкости влажных газовых смесей в диапазоне температур от 263 К до 500 К при давлениях до 30 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 273-2018 и его программной реализацией, %	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости умеренно сжатых газовых смесей, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 118-2005 и его программной реализацией, %	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений основных термодинамических свойств и коэффициентов динамической вязкости и теплопроводности гелия-4 в диапазоне температур 2,5...450 К при давлении 100 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 121-2006 и его программной реализацией, %	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений плотности, энтальпии, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости воды при температурах 0...1000 °С и давлениях 0,0005...100 МПа на основании таблиц стандартных справочных данных ГСССД 6-89, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 147-2008 и его программной реализацией, %	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений плотности, энтальпии, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости водяного пара при температурах 0...1000 °С и давлениях 0,0005...100 МПа на основании таблиц стандартных справочных данных ГСССД 6-89, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 147-2008 и его программной реализацией, %	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений расчёта плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости азота, ацетилена, кислорода, диоксида углерода, аммиака, аргона и водорода в диапазоне температур от 200 до 425 К и давлений до 10 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 134-2007 и его программной реализацией, %	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений расчёта плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости технически важных газов и смесей при температурах от -40 °С до +60 °С и давлениях до 5 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 135-2007 и его программной реализацией, %	$\pm 0,02$
Пределы допускаемой относительной погрешности вычислений теплофизических свойств нормального водорода, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГОСТ Р 8.1018-2023 и его программной реализацией, %	$\pm 0,02$

1.5 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость к Государственному первичному эталону:

- ГЭТ 4-91 в соответствии с приказом Росстандарта от 1 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»;

- ГЭТ 14-2014 в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

- ГЭТ 1-2022 в соответствии с приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

1.6 Допускается по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, проведение периодической поверки отдельных измерительных каналов, для меньшего числа измеряемых величин, с указанием сведений об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки последовательно выполняют следующие операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
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 и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение приведенной погрешности измерений силы постоянного электрического тока	Да	Да	10.1
Определение приведенной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте от термопреобразователей сопротивления Pt100 ($\alpha=0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$), 100П ($\alpha=0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009	Да	Да	10.3
Определение относительной погрешности измерений частоты	Да	Да	10.4
Определение абсолютной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме за сутки	Да	Да	10.5
Определение относительной погрешности вычислений реализованных методик расчёта	Да	Нет	10.6

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C от +15 до +25
- относительная влажность, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106

3.2 При проведении поверки должны отсутствовать вибрации, тряски, удары, влияющие на работу вычислителей.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки и вспомогательное оборудование, применяемые при поверке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +10 °C до +30 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единиц времени и частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 с абсолютной погрешностью синхронизации шкалы времени $\pm 1,0$ мс	Источник первичный точного времени УКУС-ПИ 02ДМ, рег. № 60738-15;
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единиц времени и частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360 в диапазоне значений частоты от $1 \cdot 10^{-3}$ до $8 \cdot 10^7$ с относительной погрешностью не более $1 \cdot 10^{-6}$	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3422/1, рег. № 71343-18; Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/6, рег. № 75631-19

Продолжение таблицы 4

1	2	3
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единицы постоянного электрического тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 в диапазоне значений силы постоянного электрического тока от 0 до 20 мА с абсолютной погрешностью не более 4 мкА	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A, рег. № 70345-18
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталоны единицы электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 в диапазоне значений электрического сопротивления от 0,002 мкОм до 400 Ом с относительной погрешностью не более 0,0021 %	Магазин сопротивления Р4831, рег. № 6332-77
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 по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений и поверяемого средства измерений, приведенными в эксплуатационной документации.

6.3 Монтаж электрических соединений проводится в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 и «Правилами устройства электроустановок» (раздел VII).

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводят визуально.

7.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие вычислителей следующим требованиям:

- внешний вид и комплектность вычислителей соответствует требованиям эксплуатационной документации и описанию типа;
- отсутствуют механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующие проведению поверки;
- информация на маркировочной табличке соответствует требованиям эксплуатационной документации.

7.3 Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются требования, изложенные в п. 7.2. При несоответствии вычислителей любому из требований п. 7.2 результат внешнего осмотра считают отрицательным.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Средства поверки и вычислители готовят к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

8.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- перед проведением поверки средства измерений и эталоны должны быть выдержаны не менее двух часов в помещении, где проводится поверка.

8.3 Опробование вычислителей проводить в следующей последовательности:

8.3.1 Подключить источник питания, вычислитель в соответствии с руководством по эксплуатации на СИ.

8.3.2 Дождаться, пока сенсорный экран полностью активируется и убедиться, что сенсорный экран отображает изображение и реагирует на касания;

8.3.3 При помощи персонального компьютера с установленным программным обеспечением (далее по тексту – ПО) подключиться к вычислителю в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3.4 Результаты опробования считаются положительными, если загорелся индикатор включения и удалось подключиться к вычислителю при помощи персонального компьютера. При отсутствии индикации включения, отсутствии подключения к персональному компьютеру, результаты опробования считаются отрицательными.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 При проверке ПО проверяются идентификационные данные ПО указанного в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Внешнее ПО	Встроенное ПО
Идентификационное наименование ПО	Конфигуратор, ООО «Глобус», 2018	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.0.0.28	1.2.18
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-	0x1623b40f
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	-	CRC-32
Примечание – Значение номера версии и цифрового идентификатора встроенного ПО вычислителя указываются в паспорте вычислителей.		

9.2 Для проверки внешнего ПО запустить Конфигуратор, ООО «Глобус», 2018, и сравнить идентификационное наименование ПО, указанное в заголовке программы, а также номер версии ПО, указанный в меню «Помощь» – «О программе», с соответствующим значением в таблице 5.

9.3 Для проверки встроенного ПО сравнить значение номера версии и цифровой идентификатор ПО, указанные в паспорте вычислителя, со значениями на сенсорном дисплее в меню «Прибор» вычислителя.

9.4 Результаты проверки ПО считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в описании типа, паспорте и таблице 5. При

несоответствии идентификационных данных ПО указанным в описании типа, паспорте и таблице 5 результаты проверки ПО считать отрицательными.

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

10.1 Определение приведенной погрешности измерений силы постоянного электрического тока

10.1.1 Определение приведенной погрешности измерений силы постоянного электрического тока отдельного ИК проводится при помощи калибратора многофункционального Fluke 5522A (далее по тексту – калибратор).

10.1.2 Калибратор подключить на вход клеммной колодки ИК и задать значения силы постоянного электрического тока в контрольных точках, соответствующие 4, 8, 12, 16, 20 мА.

10.1.3 С помощью ПО или по показаниям на сенсорном дисплее в меню «Датчики» измерить значение постоянного электрического тока для поверяемого ИК, для каждой контрольной точки.

10.1.4 Определить приведенную погрешность для каждой контрольной точки по формуле (1).

$$\gamma X = \frac{X_n - X_o}{X_N} \cdot 100, \quad (1)$$

где X_n – показание вычислителя;

X_o – показание эталонного средства измерений;

X_N – нормируемым значением для приведенной погрешности является разность между максимальным и минимальным значениями диапазона измерений.

10.1.5 Определить по пп. 10.1.2-10.1.4 приведенную погрешность для каждого ИК.

10.1.6 Результаты определения погрешности измерений силы постоянного электрического тока считаются положительными, если полученные значения приведенной погрешности измерений силы постоянного электрического тока не превышают значение, указанное в таблице 1. Результаты определения погрешности измерений силы постоянного электрического тока считаются отрицательными, если полученные значения приведенной погрешности измерений силы постоянного электрического тока превышают значение, указанное в таблице 1.

10.2 Определение приведенной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока

10.2.1 Определение приведенной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока проводится при помощи магазина сопротивления Р4831 (далее по тексту – магазин сопротивления)

10.2.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 1, в соответствии с руководством по эксплуатации.

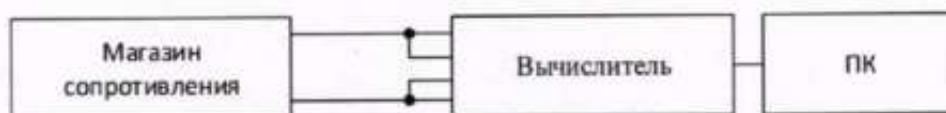


Рисунок 1 – Схема подключения для определения погрешности ИК

10.2.3 Магазин сопротивления подключить на вход клеммной колодки ИК и задать значения электрического сопротивления постоянного тока в контрольных точках, соответствующие 20,02, 100, 200, 300, 400 Ом.

10.2.4 С помощью ПО или по показаниям на сенсорном дисплее в меню «Датчики» измерить значение электрического сопротивления постоянного тока для поверяемого ИК, для каждой контрольной точки.

10.2.5 Определить приведенную погрешность для каждой контрольной точки по формуле (1).

10.2.6 Определить по пп. 10.2.3-10.2.5 приведенную погрешность для каждого ИК.

10.2.7 Результаты определения погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока считаются положительными, если полученные значения приведенной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока не превышают значение, указанное в таблице 1. Результаты определения погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока считаются отрицательными, если полученные значения приведенной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока превышают значение, указанное в таблице 1.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте от термопреобразователей сопротивления Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$), 100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009

10.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте от термопреобразователей сопротивления типа Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$), 100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) по ГОСТ 6651-2009 проводится при помощи магазина сопротивления Р4831 (далее по тексту – магазин сопротивления).

10.3.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 1, в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте проводится для каждого ИК и проводится при пяти значениях воспроизводимой величины ($i=1,2,3,4,5$), в контрольных точках, равномерно распределенных по диапазону измеряемой величины (температуры).

10.3.4 Для каждой поверяемой точки выполняют следующие операции:

- устанавливают значение электрического сопротивления постоянного тока в соответствии с ГОСТ 6651-2009 на магазине сопротивлений и снимают показания вычислителя с помощью ПО или по показаниям на сенсорном дисплее в меню «Прибор – Канал – Датчик Т»;
- абсолютную погрешность измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте рассчитывают по формуле (2);
- данные заносятся в таблицу 6.

$$\Delta X = X_n - X_o, \quad (2)$$

где X_n – показание вычислителя;

X_o – показание эталонного средства измерений.

Таблица 6 – Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 измерительного канала.

Тип ТС по ГОСТ 6651-2009	Контрольная точка	Значение, $^{\circ}\text{C}$	Задаваемое значение сопротивления, Ом	Измеренное значение, $^{\circ}\text{C}$
Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	1	-196,53	20,02	
	2	62,5	124,20	
	3	325	220,92	
	4	587,5	309,68	
	5	850	390,48	
100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	1	-193,67	20,02	
	2	62,5	124,58	
	3	325	222,82	
	4	587,5	313,02	
	5	850	395,16	

10.3.5 Результаты определения погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 считаются положительными, если полученные значения абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 не превышают значение, указанное в таблице 1. Результаты определения погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 считаются отрицательными, если полученные значения абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянного тока в температурном эквиваленте от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 превышают значение, указанное в таблице 1.

10.4 Определение относительной погрешности измерений частоты

10.4.1 Определение относительной погрешности измерений частоты проводится при помощи генератора сигналов специальной формы АКИП-3422/1 (далее по тексту – генератор).

10.4.2 Генератор подключить на вход клеммной колодки ИК и задать значения частоты в контрольных точках, равномерно распределенных по диапазону измеряемой величины (частоты).

10.4.3 С помощью ПО или по показаниям на сенсорном дисплее в меню «Датчики» измерить значение частоты для поверяемого ИК, для каждой контрольной точки.

10.4.4 Определить относительную погрешность для каждой контрольной точки по формуле (3).

$$\Delta X = \frac{X_n - X_0}{X_0} \cdot 100, \quad (3)$$

где X_n – показание вычислителя;

X_0 – показание эталонного средства измерений.

10.4.5 Определить по пп. 10.4.2-10.4.4 относительную погрешность для каждого ИК.

10.4.6 Результаты определения погрешности измерений частоты считаются положительными, если полученные значения относительной погрешности измерений частоты не превышают значение, указанное в таблице 1. Результаты определения погрешности измерений частоты считаются отрицательными, если полученные значения относительной погрешности измерений частоты превышают значение, указанное в таблице 1.

10.5 Определение абсолютной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме за сутки

10.5.1 Значение абсолютной погрешности хода внутренних часов в автономном режиме за сутки определяют по значению разности поправок шкал времени, снимаемых с часов реального времени вычислителя и шкалы времени УКУС-ПИ 02ДМ.

10.5.2 Обеспечив автономный режим работы вычислителя в соответствии с РЭ, подключить вычислитель к ПК, включить и открыть в браузере веб интерфейс вычислителя.

10.5.3 Обновить текущую дату и время вычислителя на экран ПК.

10.5.4 Подключить и настроить УКУС-ПИ-02ДМ в соответствии с эксплуатационной документацией на синхронизацию собственной шкалы времени со шкалой времени UTC(SU) по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

10.5.5 Подключить индикатор времени ИВ-1 к УКУС-ПИ-02ДМ в соответствии с эксплуатационной документацией для отображения шкалы времени УКУС-ПИ-02ДМ.

10.5.6 Провести одновременную фиксацию шкал времени УКУС-ПИ-02ДМ и вычислителя при помощи средств видеофиксации (видеокамера, смартфон).

10.5.7 Рассчитать значение поправки τ_1 по формуле (4):

$$\tau_1 = T_{\text{УКУС-ПИ-02ДМ}_i} - T_{\text{ИРГА2}_i} \quad (4)$$

где τ_i – значение поправки в начальный ($i = 1$) и конечный ($i = 2$) момент времени суточного интервала измерений, с;

$T_{\text{УКУС-ПИ-02ДМ}_i}$ – значение шкалы времени УКУС-ПИ-02ДМ, зафиксированное на видеокадре с индикатора времени ИВ-1 в начальный ($i = 1$) и конечный ($i = 2$) момент времени суточного интервала измерений;

$T_{\text{ИРГА2}_i}$ – значение шкалы времени вычислителя, зафиксированное на видеокадре с экрана вычислителя в начальный ($i = 1$) и конечный ($i = 2$) момент времени суточного интервала измерений.

Примечание – За начало интервала времени на суточном интервале измерений принять момент времени $T_{\text{УКУС-ПИ-02ДМ}_1}$.

10.5.8 По истечении 24 часов по шкале времени УКУС-ПИ-02ДМ выполнить операции по пп.10.5.6, 10.5.7 и рассчитать значение поправки τ_2 .

10.5.9 Значение абсолютной погрешности хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме за сутки $\omega_{\text{сут}}$ определить по формуле 2:

$$\omega_{\text{сут}} = \tau_2 - \tau_1 \quad (5)$$

10.5.10 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность хранения формируемой шкалы времени в автономном режиме за сутки не превышает значений, указанных в таблице 1.

10.6 Определение относительной погрешности вычислений реализованных методик расчёта

10.6.1 Определение относительной погрешности вычислений реализованных методик расчёта осуществляется в соответствии с приложением А.

10.6.2 Определение относительной погрешности вычислений реализованных методик расчёта осуществляется для каждого заявленного на поверку составного измерительного канала в соответствии только с той методикой расчета для составного измерительного канала, которая указана в паспорте поверяемого вычислителя.

10.6.3 Перед проверкой реализованной методики расчета составного измерительного канала необходимо провести подключение вычислителей. Нажать на вкладку «СОМ Порт», будет открыто отдельное окно, указанное на рисунке 2. В появившемся окне в выпадающем списке необходимо выбрать доступный СОМ порт и выбрать скорость обмена, равную 115200 бод.

10.6.4 Результаты определения погрешности вычислений реализованных методик расчёта считаются положительными, если полученные значения относительной погрешности вычислений реализованных методик расчёта не превышают значение, указанное в таблице 2. Результаты определения погрешности измерений вычислений реализованных методик расчёта считаются отрицательными, если полученные значения относительной погрешности вычислений реализованных методик расчёта превышают значение, указанное в таблице 2.

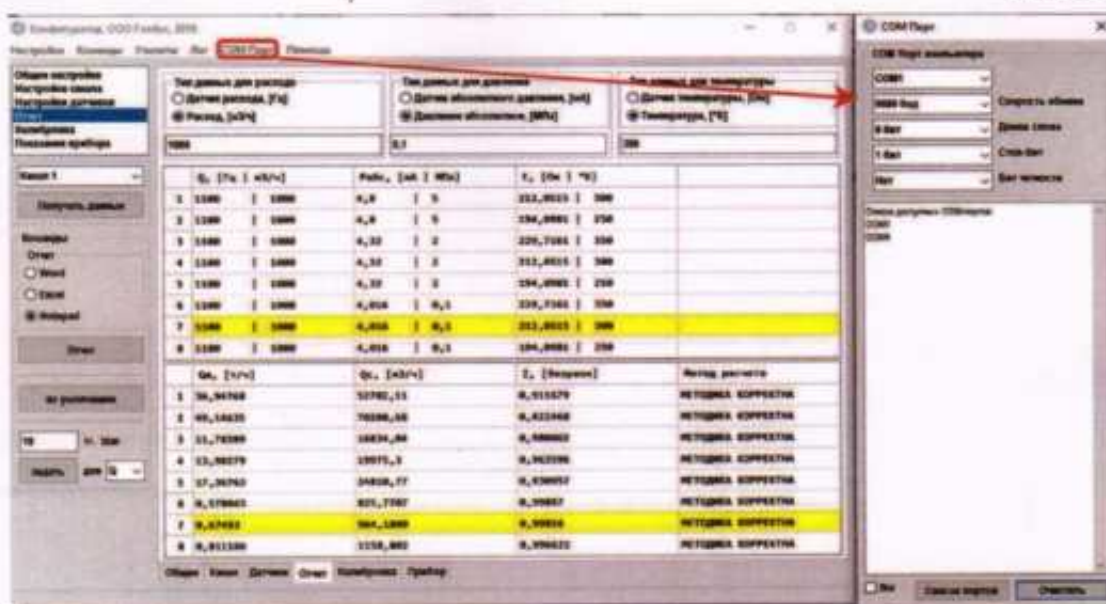


Рисунок 2 – Активная вкладка «COM Порт»

10.7 Соответствие средства измерений метрологическим требованиям подтверждается и результаты поверки считаются положительными, если при проведении всех операций по таблице 3 настоящей методики поверки получены положительные результаты и метрологические характеристики не превышают значений, указанных в таблице 1. Соответствие средства измерений метрологическим требованиям не подтверждается и результаты поверки считаются отрицательными, если при проведении любой операции по таблице 3 настоящей методики поверки получены отрицательные результаты.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

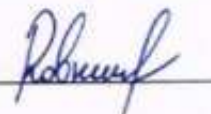
11.2 Результаты поверки рекомендуется оформлять протоколом в свободной форме.

11.3 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки, или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству в области обеспечения единства измерений.

11.4 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Инженер по метрологии (стажер)
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

А.О. Семенов

А.Э. Ровкина

ПРИЛОЖЕНИЕ А (Обязательное)

А.1 Определение относительной погрешности вычислений расхода и количества жидкостей и газов, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГОСТ 8.586.5-2005 и его программной реализацией

А.1.1 В качестве исходных и проверочных данных использовать таблицы Д.1 «Пример расчета расхода природного газа для диафрагмы с угловым способом отбора давления» Приложения Д ГОСТ 8.586.5-2005 «Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 5. Методика выполнения измерений» (далее по тексту - ГОСТ 8.586.5).

А.1.2 В программном обеспечении Конфигуратор, ООО «ГЛОБУС», 2018 (далее по тексту – ПО, Конфигуратор) в левом верхнем углу выбрать категорию «Настройки канала» (рисунок А.1).

А.1.3 В разделе «Тип среды» в выпадающем списке выбрать среду «Газ»; в разделе «Метод расчета и параметры среды» выбрать «ГОСТ 30319.2 природный газ». Заполнить строки для ввода данных значениями плотности газа в стандартных условиях, содержания углекислого газа и азота, указанными в таблице Д 1.1, умножив их на 100.

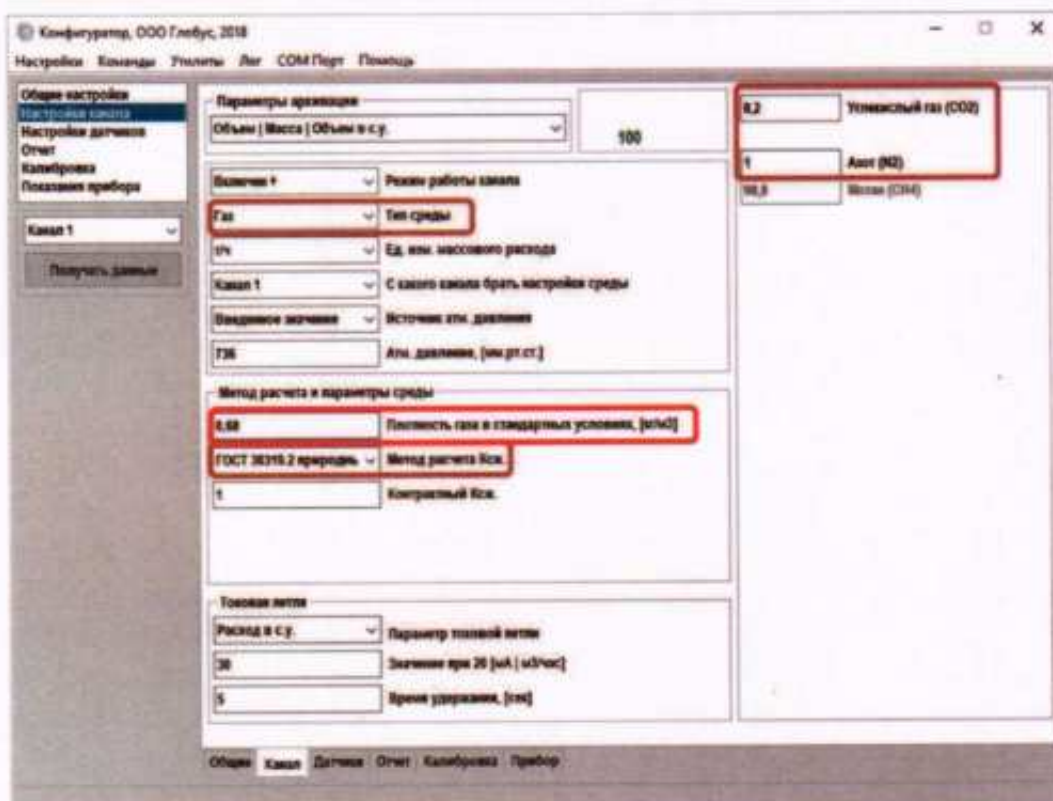


Рисунок А.1 – Окно меню «Настройки канала»

А.1.4 Во вкладке «Настройки датчиков» необходимо в столбце «Датчик расхода» выбрать «Сужающее устройство» и в качестве единиц измерения выбрать «м³/час». В столбце «Датчик давления» в качестве единиц измерения выбрать «кПа». В столбце «Датчик температуры» в качестве единиц измерения выбрать «Кельвины» (рисунок А.2).

А.1.5 Далее необходимо нажать «Параметры СУ».

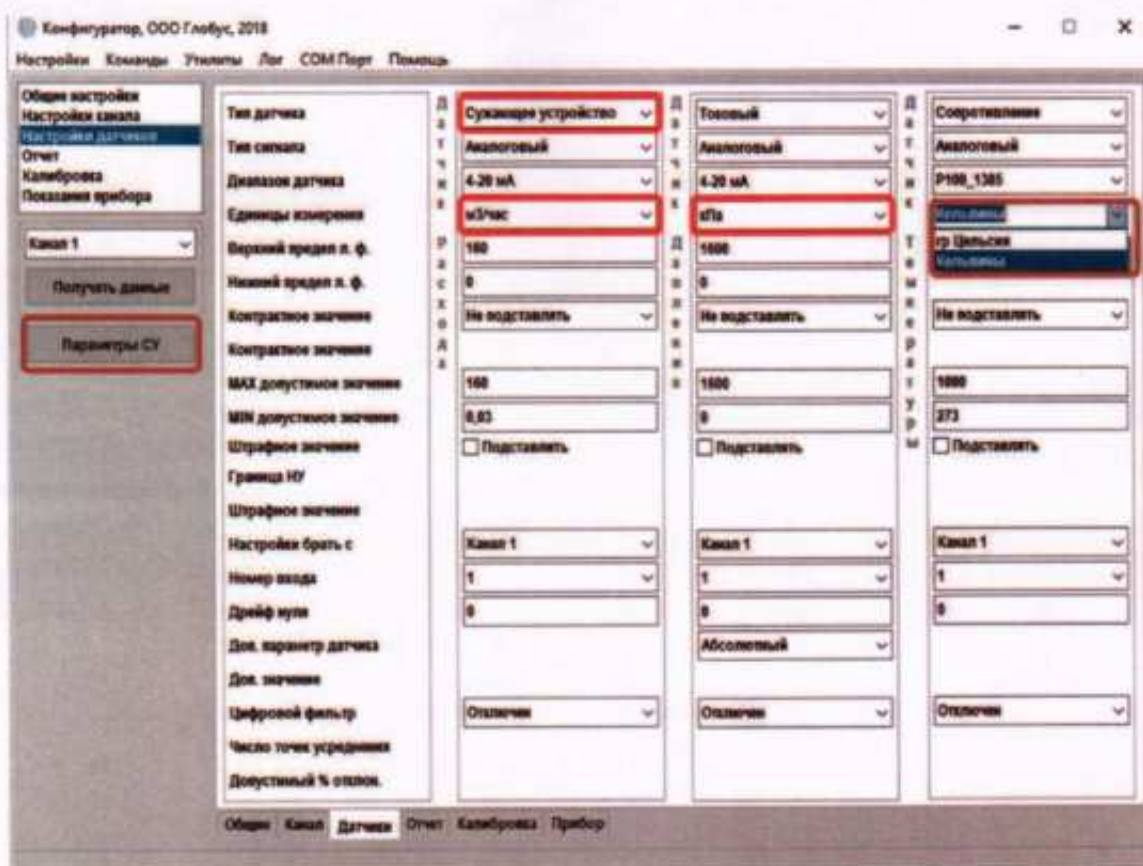


Рисунок А.2 – Окно меню «Настройки датчиков»

А.1.6 В открывшемся диалоговом окне указать данные из таблиц ГОСТ 8.586.5 с учетом единиц измерения и нажать «Ок» (рисунок А.3). Коэффициенты Кш и С являются переменными.

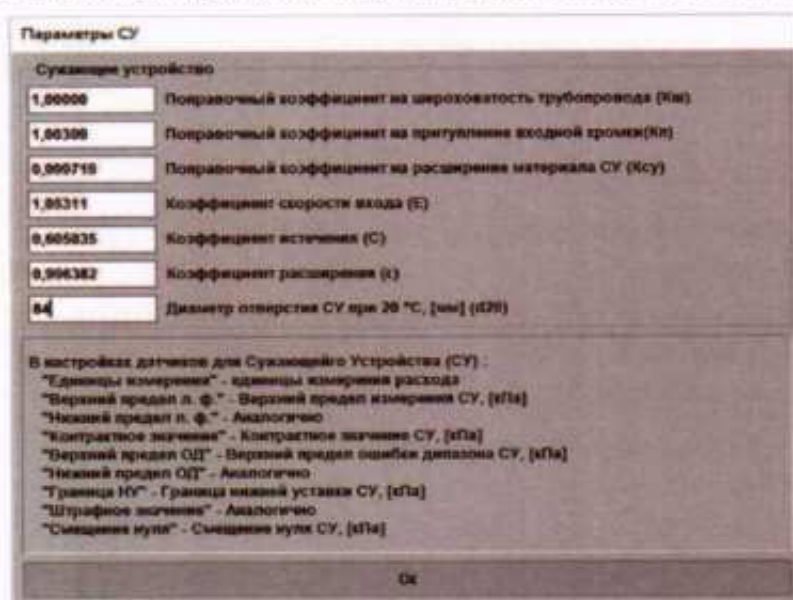


Рисунок А.3 – Диалоговое окно «Параметры СУ»

А.1.7 Перейти на вкладку «Отчет» для заполнения данных с учетом единиц измерения (рисунок А.4).

Конфигуратор, ООО Гаубус, 2018

Настройки Команды Утилиты Лог COM Порт Помощь

Общие настройки
Настройка канала
Настройка датчиков
Отчет
Калибровка
Показание прибора

Тип данных для сжимаемого устройства
☐ Датчик перепада давления, [кПа]
☒ Перепад давления, [кПа]
 10

Тип данных для давления
☐ Датчик абсолютного давления, [кПа]
☒ Давление абсолютное, [кПа]
 1300,5

Тип данных для температуры
☐ Датчик температуры, [°C]
☒ Температура, [°C]
 275,15

Канал 1

Получить данные

Команды
☐ Отчет
☐ Word
☐ Excel
☒ Notepad

Отчет

по умолчанию

10 +/- Шаг

задать для Q

	Q _г , [м³ м³/ч]	Рабс _г , [кПа мПа]	z _г , [°C °K]
1	184 1000	4,85 5	180 0
2	184 1000	4,85 5	180 0
3	184 1000	4,82 2	229,7161 350
4	184 1000	4,82 2	180 0
5	184 1000	4,82 2	180 0
6	184 1000	4,801 0,1	229,7161 350
7	184 1000	4,801 0,1	180 0
8	5,6 16	17,805 1380,5	261,1648 275,15

	Q _н , [т/ч]	Q _с , [м³/ч]	Z, [безраз]	Метод расчета
1	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
2	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
3	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
4	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
5	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
6	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
7	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
8	0	18212,65	8,969562	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА

Общие Канал Датчик Отчет Калибровка Прибор

Рисунок А.4 – Вкладка «Отчет»

А.1.8 В категории «Отчет» в нижней таблице будут отображены результаты вычислений объемного расхода природного газа (Q_с) и фактора сжимаемости природного газа при рабочих условиях (Z).

А.1.9 Относительную погрешность вычислений, обусловленную алгоритмом вычислений в соответствии с ГОСТ 8.586.5 и его программной реализацией $\delta, \%$ рассчитать для каждой полученной величины по следующей формуле

$$\delta = \frac{X - X_d}{X_d} \cdot 100,$$

где X – значение, полученное с вычислителя;

X_д – проверочное значение из таблиц Д.1.2-Д.1.3 из Приложения Д ГОСТ 8.586.5.

А.1.10 Результаты определения относительной погрешности вычислений расхода и количества жидкостей и газов, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГОСТ 8.586.5 и его программной реализацией, считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают 0,02 %.

А.2.4 В Конфигураторе в левом верхнем углу выбрать категорию «Настройки канала» (рисунок А.7).

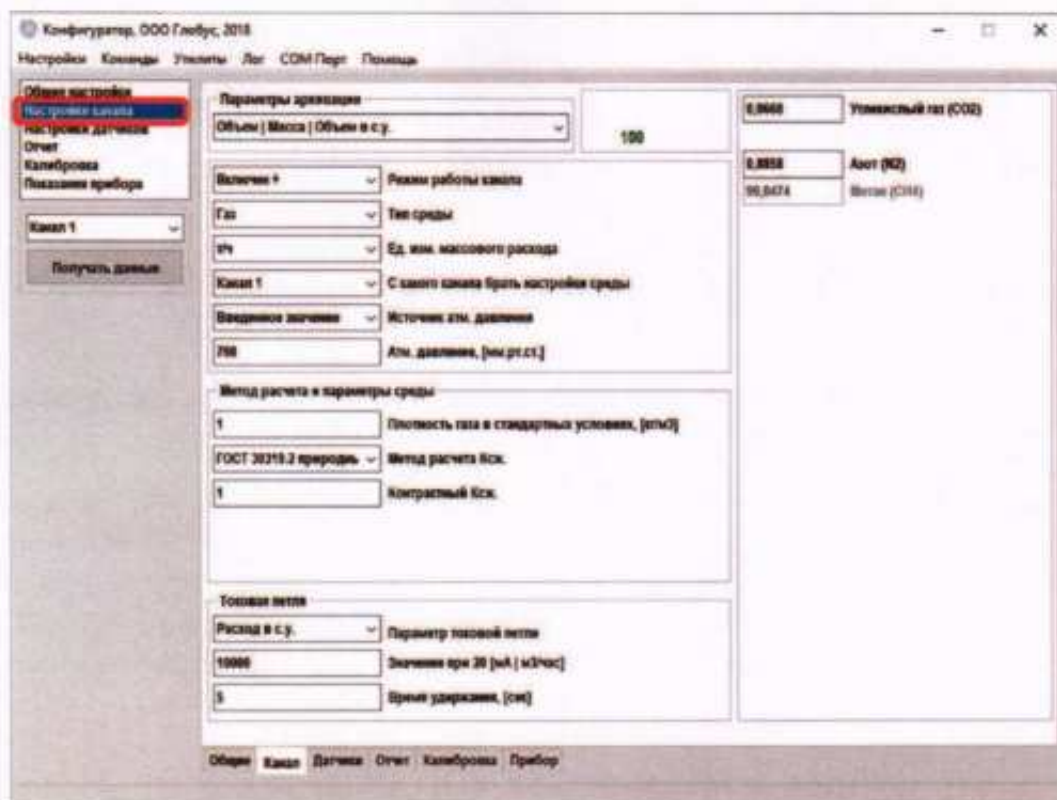


Рисунок А.7 – Окно меню «Настройки канала»

А.2.5 В разделе «Метод расчета и параметры среды» в выпадающем списке «Метод расчета Ксж» выбрать «ГОСТ 30319.2 природный газ» (рисунок А.8).

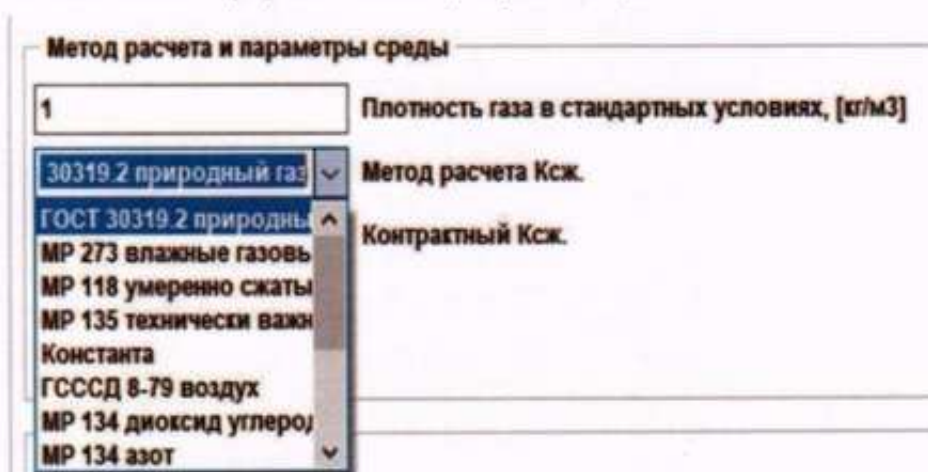


Рисунок А.8 – Выпадающий список «Метод расчета Ксж.»

А.2.6 В полях ввода, выделенных красным, как представлено на рисунке 9, внести данные из ГОСТ 30319.2, таблицы Б.1 «Исходные данные для расчета физических свойств смесей, имитирующих природный газ».

Рисунок А.9 – Поля ввода для внесения табличных данных в категории «Настройка канала»

А.2.7 В категории «Отчет» заполнить разделы «Тип данных для расхода», «Тип данных для давления», «Тип данных для температуры». В графе «Тип данных для расхода» выбрать «Расход, [м³/ч]» и указать «1000» (для всех случаев). В графе «Тип данных для давления» выбрать «Давление абсолютное, [МПа]», в графе «Тип данных для температуры» выбрать «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из ГОСТ 30319.2 (рисунок А.10).

Конфигуратор, ООО Глобус, 2018

Настройка Каналы Утилиты Лог COM-Порт Печать

Общие настройки
Настройка канала
Настройка датчиков
Отчет
Калибровка
Показание прибора

Канал 1

Получить данные

Команды
Отчет
☐ Word
☐ Excel
☒ Notepad

Отчет

во внимание

10 ч. ШИ

задать для Q

Тип данных для расхода
☐ Датчик расхода, [Гц]
☒ Расход, [м3/ч]

1000

Тип данных для давления
☐ Датчик абсолютного давления, [кПа]
☒ Давление абсолютное, [МПа]

0,1

Тип данных для температуры
☐ Датчик температуры, [°C]
☒ Температура, [°K]

250

	Q, [Гц м3/ч]	Рабс, [кПа МПа]	T, [°C °K]
1	1000 900	18 87,5	166 173,3096
2	900 800	17 81,25	146 119,8196
3	800 700	15 68,75	126 67,1932
4	700 600	14 62,5	106 15,38693
5	600 500	12 50	86 -35,62708
6	500 400	10 37,5	66 -85,78153
7	400 300	9 31,25	46 -134,8634
8	1100 1000	4,816 0,1	194,0981 250

	Gm, [г/ч]	Qs, [м3/ч]	Z, [безраз]	Метод расчета
1	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
2	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
3	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
4	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
5	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
6	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
7	***	***	***	ОШИБКА МЕТОДИКИ
8	0,811166	1158,902	0,996622	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА

Общие Канал Датчики Отчет Калибровка Прибор

Рисунок А.10 – Вкладка «Отчет»

А.2.8 Желтым цветом выделяются строки, с данными в которых происходит оперирование. Выбрать свободную от данных строку. Повторить операцию с внесением данных.

А.2.9 После внесения всех данных категория «Отчет» должна выглядеть, как показано на рисунке А.11.

Конфигуратор, ООО Глобус, 2018

Настройка Каналы Утилиты Лог COM-Порт Печать

Общие настройки
Настройка канала
Настройка датчиков
Отчет
Калибровка
Показание прибора

Канал 1

Получить данные

Команды
Отчет
☐ Word
☐ Excel
☒ Notepad

Отчет

во внимание

10 ч. ШИ

задать для Q

Тип данных для расхода
☐ Датчик расхода, [Гц]
☒ Расход, [м3/ч]

1000

Тип данных для давления
☐ Датчик абсолютного давления, [кПа]
☒ Давление абсолютное, [МПа]

0,1

Тип данных для температуры
☐ Датчик температуры, [°C]
☒ Температура, [°K]

250

	Q, [Гц м3/ч]	Рабс, [кПа МПа]	T, [°C °K]
1	1100 1000	4,8 5	212,0515 300
2	1100 1000	4,8 5	194,0981 250
3	1100 1000	4,32 2	229,7161 350
4	1100 1000	4,32 2	212,0515 300
5	1100 1000	4,32 2	194,0981 250
6	1100 1000	4,016 0,1	229,7161 350
7	1100 1000	4,016 0,1	212,0515 300
8	1100 1000	4,016 0,1	194,0981 250

	Gm, [г/ч]	Qs, [м3/ч]	Z, [безраз]	Метод расчета
1	36,94768	32782,11	0,911679	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
2	49,14635	76098,68	0,821468	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
3	11,78389	34834,04	0,900062	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
4	13,98279	10875,1	0,963596	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
5	17,36763	24818,77	0,830957	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
6	0,578843	825,7707	0,99897	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
7	0,67493	964,1809	0,99819	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
8	0,811166	1158,902	0,996622	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА

Общие Канал Датчики Отчет Калибровка Прибор

Рисунок А.11 – Категория «Отчет» с заполненными данными

А.2.10 В Конфигураторе перейти в меню «Настройки» и выбрать «Записать настройки в вычислитель» (рисунок А.12).

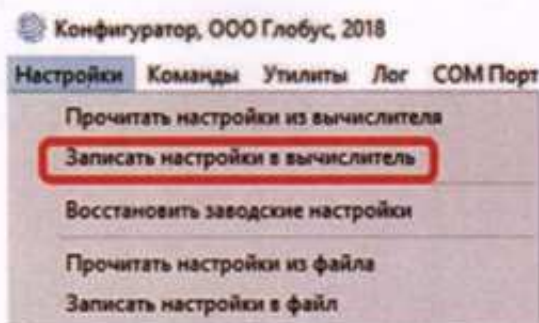


Рисунок А.12 – Выпадающий список меню «Настройки»

А.2.11 В Конфигураторе в левом нижнем углу появится надпись «Настройки записаны» (рисунок А.13).

25.09.2024 11:02:39 | Настройки записаны

Рисунок А.13 – Строка состояний «Настройки записаны»

А.2.12 В Конфигураторе перейти в меню «Утилиты» и в выпадающем списке выбрать «Виртуальные данные» (рисунок А.14).

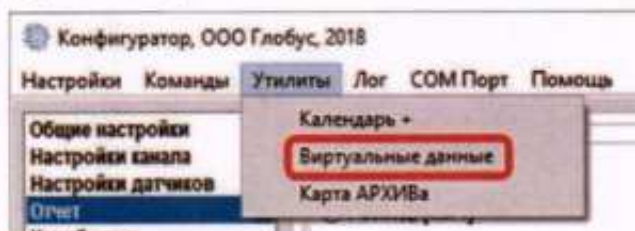


Рисунок А.14 – Выпадающий список меню «Утилиты»

А.2.13 В появившемся окне ввести значение «1000» для графы «Расход, [м³/ч]». В графах «Давление абсолютное, [МПа]» и «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из ГОСТ 30319.2 (рисунок А.15).

Рисунок А.15 – Пример заполнения данных

А.2.14 Нажать «Послать виртуальные данные на вычислитель», после чего в строке состояний появится надпись «Виртуальные данные установлены» (рисунок А.16).

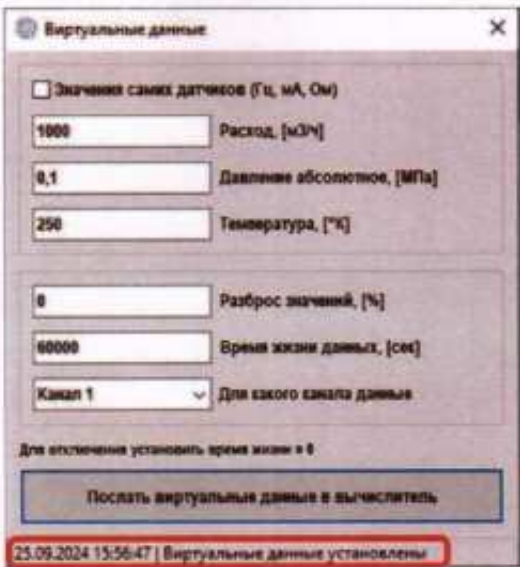


Рисунок А.16 – Строка состояний диалогового окна «Виртуальные данные»

А.2.15 В категории «Отчет» нажать кнопку «Получать данные» (рисунок А.17).

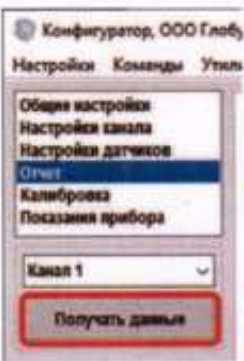


Рисунок А.17 – Кнопка «Получать данные»

А.2.16 После в категории «Показания прибора» отобразятся данные, полученные из вычислителя (рисунок А.18).

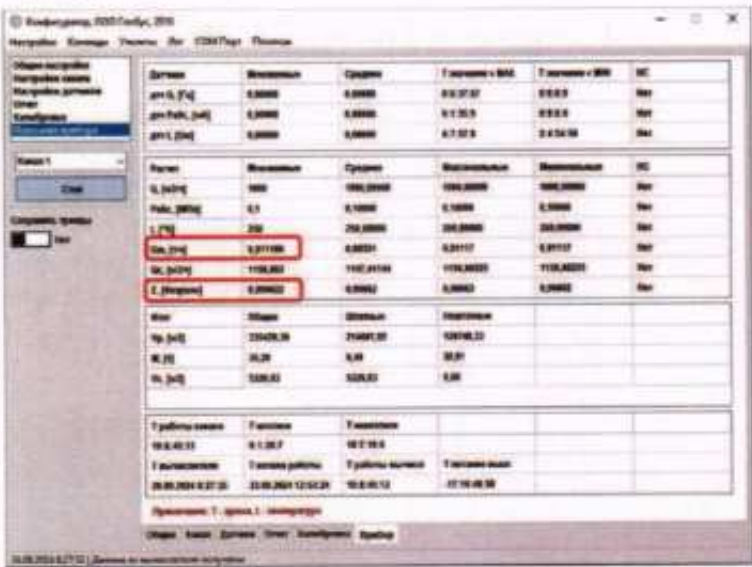


Рисунок А.18 – Данные, полученные из вычислителя

А.2.17 В категории «Показания прибора» будут отображены результаты вычислений массового расхода (G_m) и коэффициента сжимаемости (Z).

А.2.18 Вычислить значение плотности ρ , kg/m^3 по формуле

$$\rho = \frac{G_m}{Q},$$

где G_m – массовый расход, т/ч;

Q – значение объемного расхода, равное 1000 м³/ч.

А.2.19 Относительную погрешность вычислений, обусловленную алгоритмом вычислений в соответствии с ГОСТ 30319.2 и его программной реализацией $\delta, \%$ рассчитать для каждой полученной величины по следующей формуле

$$\delta = \frac{X - X_d}{X_d} \cdot 100,$$

где X – значение, полученное с вычислителя;

X_d – проверочное значение из Приложения Б ГОСТ 30319.2.

А.2.20 Результаты определения относительной погрешности вычислений физических свойств на основе данных о плотности при стандартных условиях и содержании азота и диоксида углерода, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГОСТ 30319.2-2015 и его программной реализацией, считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают 0,02 %.

А.3 Определение относительной погрешности вычислений плотности, энтальпии, энтропии и изобарной теплоёмкости жидкого и газообразного воздуха при температурах от 70 до 1500 К и давлениях от 0,1 до 100 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД 8-79 и его программной реализацией

А.3.1 В качестве исходных и проверочных данных использовать таблицу 1 «Плотность воздуха» из ГСССД 8-79 «Государственная служба стандартных справочных данных. Таблицы стандартных справочных данных. Воздух жидкий и газообразный. Плотность, энтальпия, энтропия и изобарная теплоемкость при температурах 70-1500 К и давлениях 0,1-100 МПа» (далее по тексту - ГСССД 8-79).

А.3.2 В Конфигураторе в левом верхнем углу выбрать категорию «Настройка канала» (рисунок А.19).

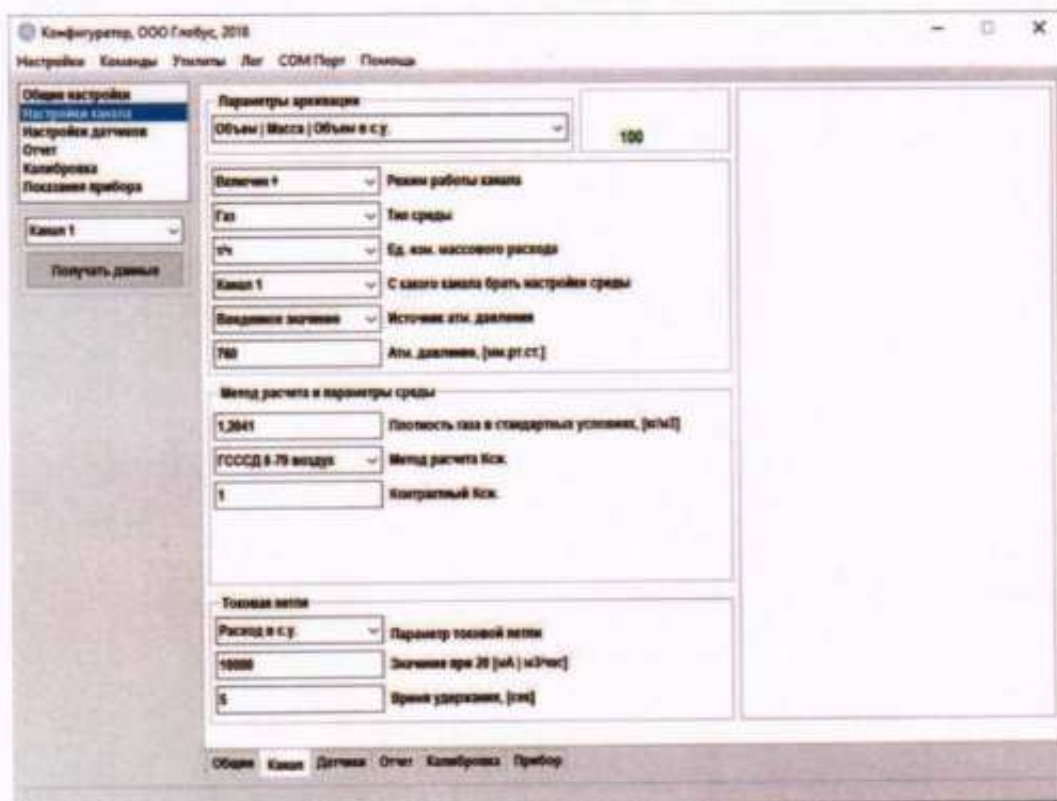


Рисунок А.19 – Окно категории «Настройки канала»

А.3.3 В разделе «Метод расчета и параметры среды» в выпадающем списке «Метод расчета Ксж.» выбрать «Воздух» (рисунок А.20).

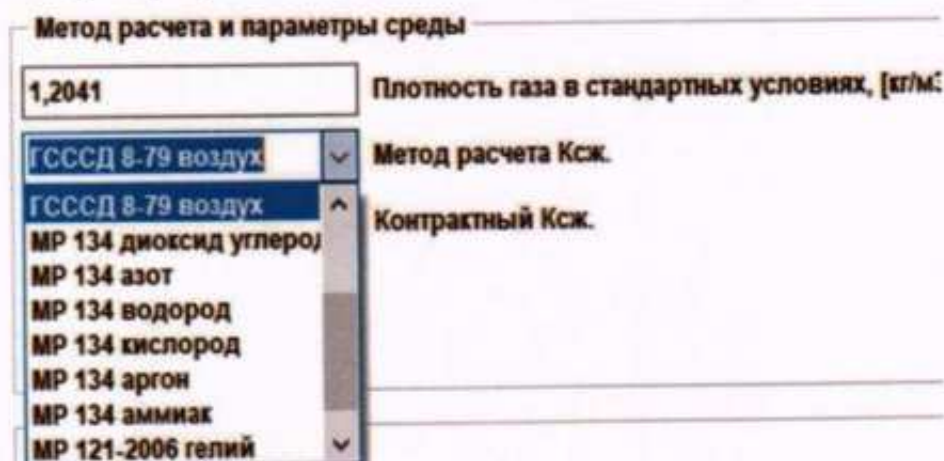


Рисунок А.20 – Выпадающий список «Метод расчета Ксж.»

А.3.4 В категории «Отчет» заполнить разделы «Тип данных для расхода», «Тип данных для давления», «Тип данных для температуры». В графе «Тип данных для расхода» выбрать «Расход, [м³/ч]» и указать «1000» (для всех случаев). В графе «Тип данных для давления» выбрать «Давление абсолютное, [МПа]», в графе «Тип данных для температуры» выбрать «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из таблицы 1 ГССД 8-79 (рисунок А.21).

А.3.5 Желтым цветом выделяются строки, с данными в которых происходит оперирование. Выбрать свободную от данных строку. Повторить операцию с внесением данных.

Конфигуратор, ООО Глобус, 2018

Настройки Команды Утилиты Лог COM Порт Помощь

Общие настройки
Настройка связи
Настройка датчиков
Отчет
Калибровка
Показания прибора

Капал 1

Получить данные

Команды
Отчет
☐ Word
☐ Excel
☒ Notepad

Отчет

по умолчанию

10 Шаг

задать для Q

Тип данных для расхода
☐ Датчик расхода, [Гц]
☒ Расход, [м³/ч]
1000

Тип данных для давления
☐ Датчик абсолютного давления, [мА]
☒ Давление абсолютное, [МПа]
0,1

Тип данных для температуры
☐ Датчик температуры, [°C]
☒ Температура, [°K]
150

	Q, [Гц м ³ /ч]	Рабс, [мА МПа]	t, [°C °K]
1	1100 1000	7,2 20	345,2835 700
2	1100 1000	5,6 10	175,856 200
3	1100 1000	4,8 5	264,1791 450
4	1100 1000	4,64 4	247,092 400
5	1100 1000	4,48 3	229,7161 350
6	1100 1000	4,32 2	264,1791 450
7	1100 1000	4,16 1	194,0981 250
8	1100 1000	4,016 0,1	157,3251 150

	Gm, [т/ч]	Qc, [м ³ /ч]	Z, [безраз]	Метод расчета
1	92,082	76456,03	1,000747	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
2	214,1361	177797,99	0,813293	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
3	38,07664	31615,18	1,016403	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
4	34,49977	28645,29	1,009603	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
5	29,79203	24736,44	1,002121	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
6	15,3869	12775,8	1,006082	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
7	14,0647	11677,97	0,990596	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
8	2,336664	1940,141	0,983755	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА

Общие Капал Датчики **Отчет** Калибровка Прибор

Рисунок А.21 – Вкладка «Отчет»

А.3.6 После внесения всех данных категория «Отчет» должна выглядеть, как показано на рисунке А.22.

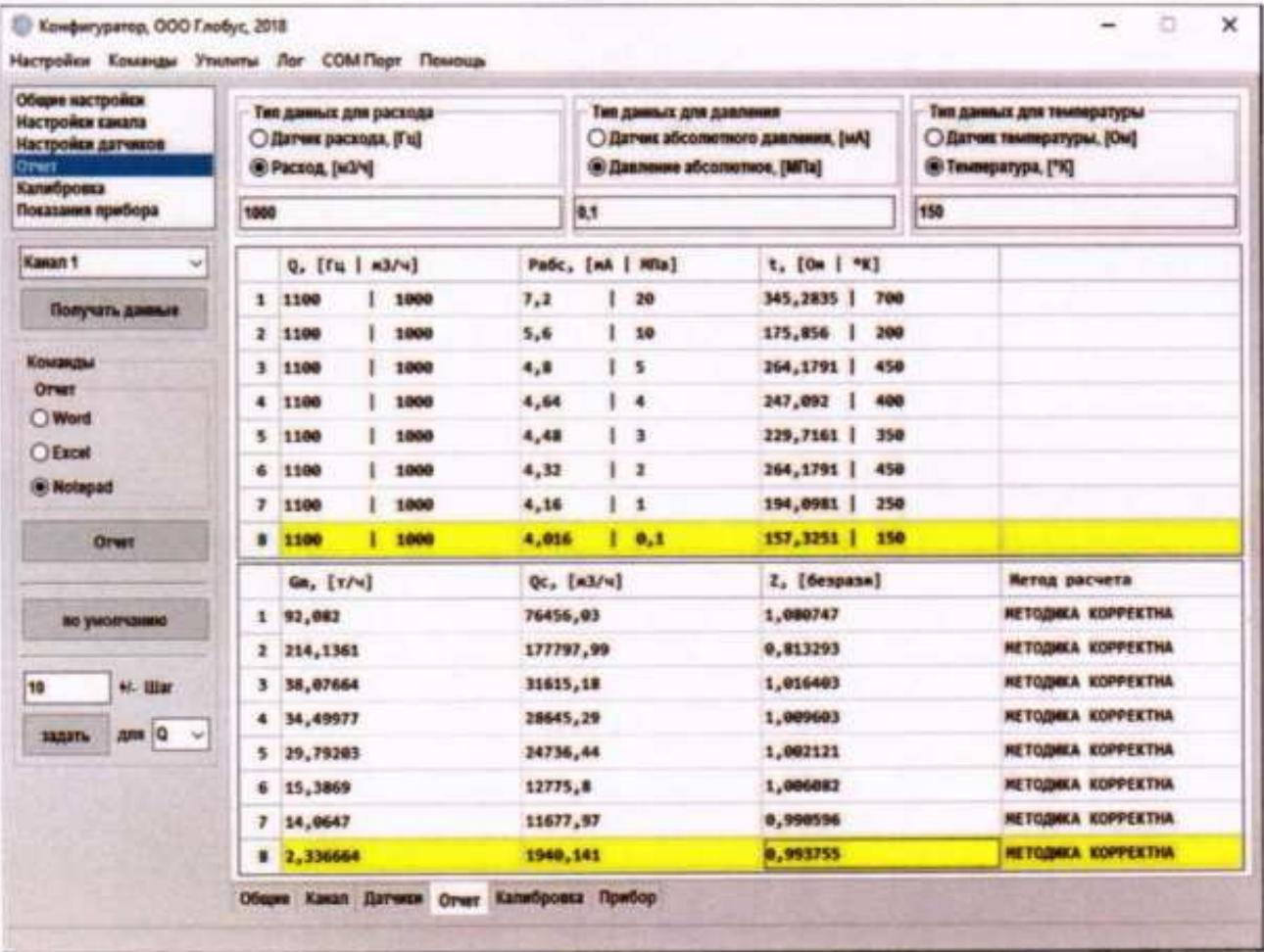


Рисунок А.22 – Категория «Отчет» с заполненными данными

А.3.7 В Конфигураторе перейти в меню «Настройки» и выбрать «Записать настройки в вычислитель» (рисунок А.23).

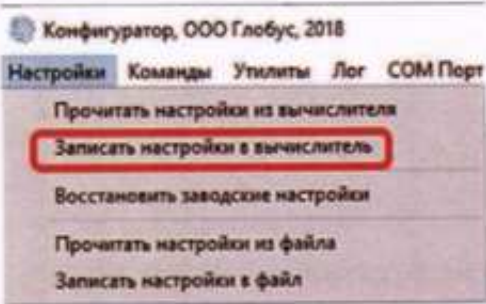


Рисунок А.23 – Выпадающий список вкладки «Настройки»

А.3.8 В Конфигураторе в левом нижнем углу появится надпись: «Настройки записаны» (рисунок А.24).



Рисунок А.24 – Строка состояний «Настройки записаны»

А.3.9 В Конфигураторе перейти в меню «Утилиты» и в выпадающем списке выбрать «Виртуальные данные» (рисунок А.25).

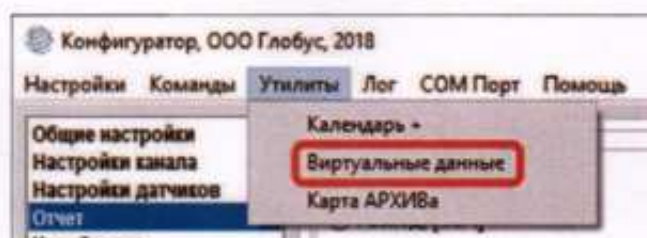


Рисунок А.25 – Выпадающий список вкладки «Утилиты»

А.3.10 В появившемся окне ввести значение «1000» для графы «Расход, [м³/ч]». В графах «Давление абсолютное, [МПа]» и «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из ГСССД 8-79 (рисунок А.26).

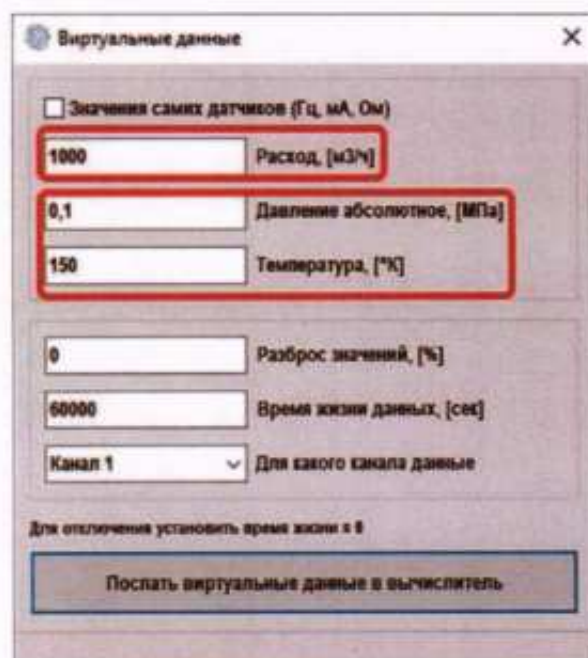


Рисунок А.26 – Пример заполнения данных

А.3.11 Нажать «Послать виртуальные данные на вычислитель», после чего в строке состояний появится надпись: «Виртуальные данные установлены» (рисунок А.27).

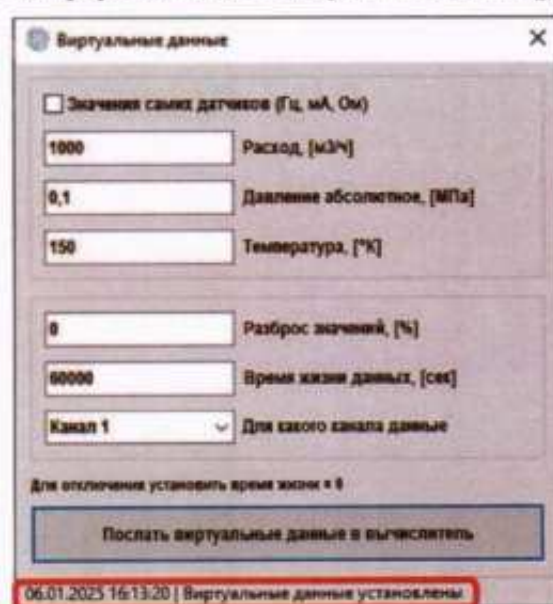


Рисунок А.27 – Строка состояний диалогового окна «Виртуальные данные»

А.3.12 В категории «Отчет» нажать кнопку «Получать данные» (рисунок А.28).

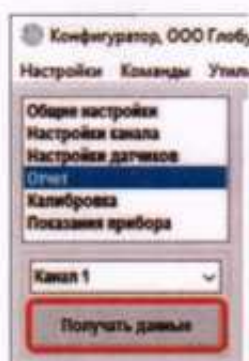


Рисунок А.28 – Кнопка «Получать данные»

А.3.13 После в категории «Показания прибора» отобразятся данные, полученные из вычислителя (рисунок А.29).

Датчик	Максимальное	Среднее	Т. измерения - MAX	Т. измерения - MIN	НС
ДТН Q, [Г/ч]	0,0000	0,0000	0,03737	0,039	Нет
ДТН Pabs, [кПа]	0,0000	0,0000	0,1309	0,039	Нет
ДТН t, [°C]	0,0000	0,0000	0,7578	2,43430	Нет

Расчет	Максимальное	Среднее	Максимальное	Минимальное	НС
Q, [м³/ч]	1000	1000,0000	1000,0000	1000,0000	Нет
Pabs, [МПа]	0,1	0,05733	0,10000	0,00000	Нет
t, [°C]	130	24,70000	150,00000	2,00000	Нет
Gm, [кг/ч]	2,338654	2,32898	2,33600	1,20410	Нет
Qv, [м³/ч]	1940,141	2363,80111	17963,39050	1940,14075	Нет
Z, [кг/с]	0,00370	0,07000	0,00370	-1,00000	Нет

Истор	Общие	Отдельные	Исторические		
Qv, [м³/ч]	58825,47	43255,74	121588,72		
W, [г]	1285,38	1255,80	26,70		
Wv, [м³/ч]	1402100,44	1402062,48	21133,96		

Т. работы канала	Т. датчиков	Т. измерения			
41.11.44.15	10.03.36	23.04.30			
Т. вычисления	Т. канала работы	Т. работы вычисления	Т. работы вычисления		
00.01.2025 10:14:38	23.03.2024 12:02:24	41.11.44.15	03.11.2017		

Рисунок А.29 – Данные, полученные из вычислителя

А.3.14 В категории «Показания прибора» будут отображены результаты вычислений массового расхода (G_m).

А.3.15 Вычислить значение плотности воздуха ρ , кг/м³, по формуле

$$\rho = \frac{G_m}{Q},$$

где G_m – массовый расход, т/ч;

Q – значение объемного расхода равное 1000 м³/ч.

А.3.16 Относительную погрешность вычислений, обусловленную алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД 8-79 и его программной реализацией δ , %, рассчитать по следующей формуле

$$\delta = \frac{X - X_d}{X_d} \cdot 100,$$

где X – значение, полученное с вычислителя;

X_d – проверочное значение из таблицы 1 ГСССД 8-79.

А.3.17 Результаты определения относительной погрешности вычислений плотности, энтальпии, энтропии и изобарной теплоёмкости жидкого и газообразного воздуха при температурах

от 70 до 1500 К и давлениях от 0,1 до 100 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД 8-79 и его программной реализацией, считаются положительными, если полученное значение погрешности не превышает 0,02 %.

А.4 Определение относительной погрешности вычислений плотности, фактора сжимаемости, скорости звука, показателя адиабаты, коэффициента динамической вязкости влажных газовых смесей в диапазоне температур от 263 К до 500 К при давлениях до 30 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 273-2018 и его программной реализацией

А.4.1 В качестве исходных и проверочных данных использовать Приложение В «Контрольные примеры расчета теплофизических свойств газовых смесей» из ГСССД МР 273-2018 «Методика расчетного определения плотности, фактора сжимаемости, скорости звука, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости влажных газовых смесей в диапазоне температур от 263 К до 500 К при давлениях до 30 МПа» (далее по тексту - ГСССД МР 273).

А.4.2 В Конфигураторе в левом верхнем углу выбрать категорию «Настройки канала» (рисунок А.30).

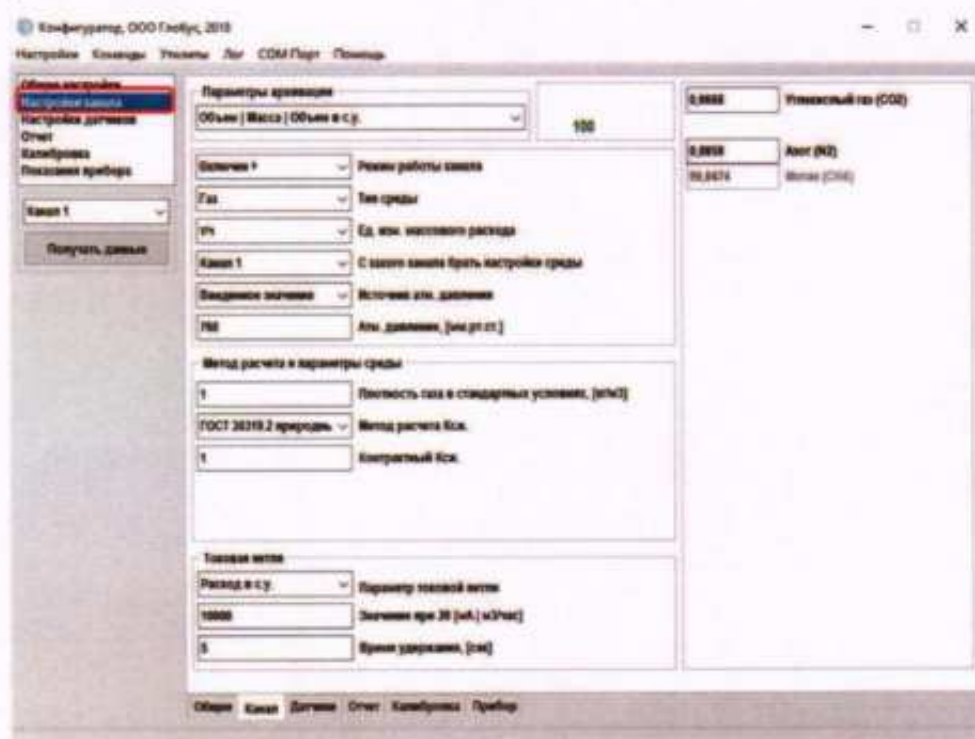


Рисунок А.30 – Окно меню «Настройки канала»

А.4.3 В разделе «Метод расчета и параметры среды» в выпадающем списке «Метод расчета Ксж.» выбрать «МР-273 влажные газовые смеси» (рисунок А.31).



Рисунок А.31 – Выпадающий список «Метод расчета Ксж.»

А.4.4 Заполнить строки для ввода данных значениями концентрации компонентов из ГСССД МР 273, Приложение В «Контрольные примеры расчета теплофизических свойств газовых смесей» (рисунок А.32).

Рисунок А.32 – Поля ввода для внесения табличных данных в разделе «Настройки канала»

А.4.5 В категории «Отчет» заполнить разделы «Тип данных для расхода», «Тип данных для давления», «Тип данных для температуры». В графе «Тип данных для расхода» выбрать «Расход, [м³/ч]» и указать «1000» (для всех случаев). В графе «Тип данных для давления» выбрать «Давление абсолютное, [МПа]», в графе «Тип данных для температуры» выбрать «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из Приложения В ГСССД МР 273 (рисунок А.33).

А.4.6 Желтым цветом выделяются строки, с данными в которых происходит оперирование. Выбрать свободную от данных строку. Повторить операцию с внесением данных.

А.4.7 После внесения всех данных категория «Отчет» должна выглядеть, как показано на рисунке А.34.

	Q, [г/ч м³/ч]	Pабс, [кПа МПа]	t, [°C °K]
1	1100 1000	8,8 30	280,9775 500
2	1100 1000	8,8 15	280,9775 500
3	1100 1000	4,015 0,1	280,9775 500
4	1100 1000	8,8 30	215,6075 318
5	1100 1000	8,8 15	215,6075 318
6	1100 1000	4,015 0,1	215,6075 318
7	1100 1000	4,175 1,1	284,9048 280
8	1100 1000	4,015 0,1	284,9048 280

	Qв, [г/ч]	Qп, [м³/ч]	Z, [бар(аб)]	Метод расчета
1	198,6206	187708,22	1,018362	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
2	105,1849	89508,34	0,96541	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
3	0,677955	579,3858	0,999587	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
4	401,5873	361458,67	0,818483	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
5	277,8314	235519,20	0,581775	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
6	1,000305	932,5377	0,994382	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
7	14,12256	13006,71	0,942464	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА
8	1,218179	1033,939	0,994949	МЕТОДИКА КОРРЕКТНА

Рисунок А.33 – Вкладка «Отчет»

А.4.8 В Конфигураторе перейти в меню «Настройки» и выбрать «Записать настройки в вычислитель» (рисунок А.34).

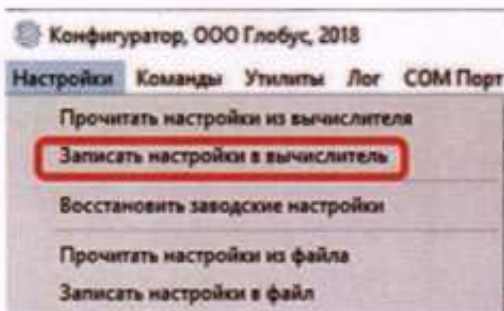


Рисунок А.34 – Выпадающий список вкладки «Настройки»

А.4.9 В Конфигураторе в левом нижнем углу появится надпись: «Настройки записаны» (рисунок А.35).

25.09.2024 11:02:39 | Настройки записаны

Рисунок А.35 – Строка состояний «Настройки записаны»

А.4.10 В Конфигураторе перейти в меню «Утилиты» и в выпадающем списке выбрать «Виртуальные данные» (рисунок А.36).

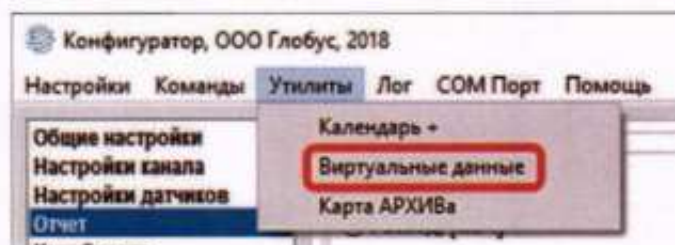


Рисунок А.36 – Выпадающий список вкладки «Утилиты»

А.4.11 В появившемся окне ввести значение «1000» для графы «Расход, [м3/ч]». В графах «Давление абсолютное, [МПа]» и «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из ГСССД МР 273 (рисунок А.37).

Рисунок А.37 – Пример заполнения данных

А.4.12 Нажать «Послать виртуальные данные на вычислитель», после чего в строке состояний появится надпись: «Виртуальные данные установлены» (рисунок А.38).

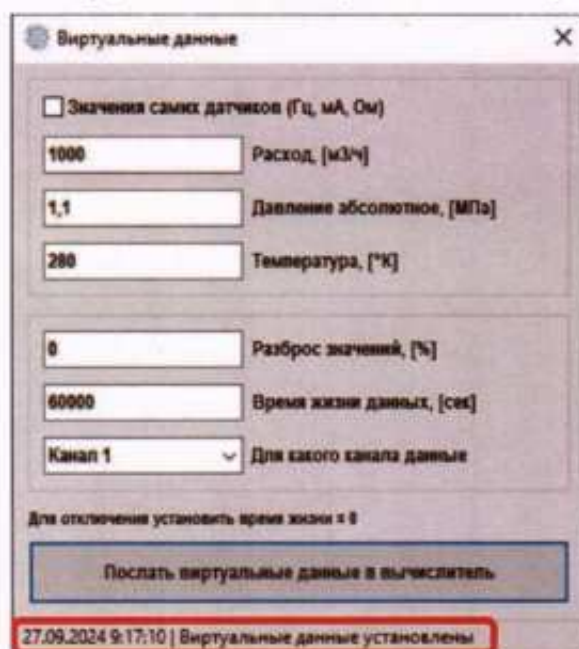


Рисунок А.38 – Строка состояний диалогового окна «Виртуальные данные»

А.4.13 В категории «Отчет» нажать кнопку «Получать данные» (рисунок А.39).

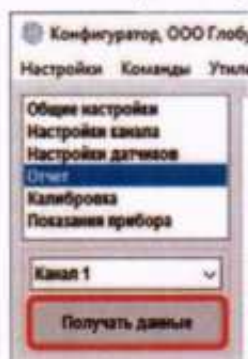


Рисунок А.39 – Кнопка «Получать данные»

А.4.14 После в категории «Показания прибора» отобразятся данные, полученные из вычислителя (рисунок А.40).

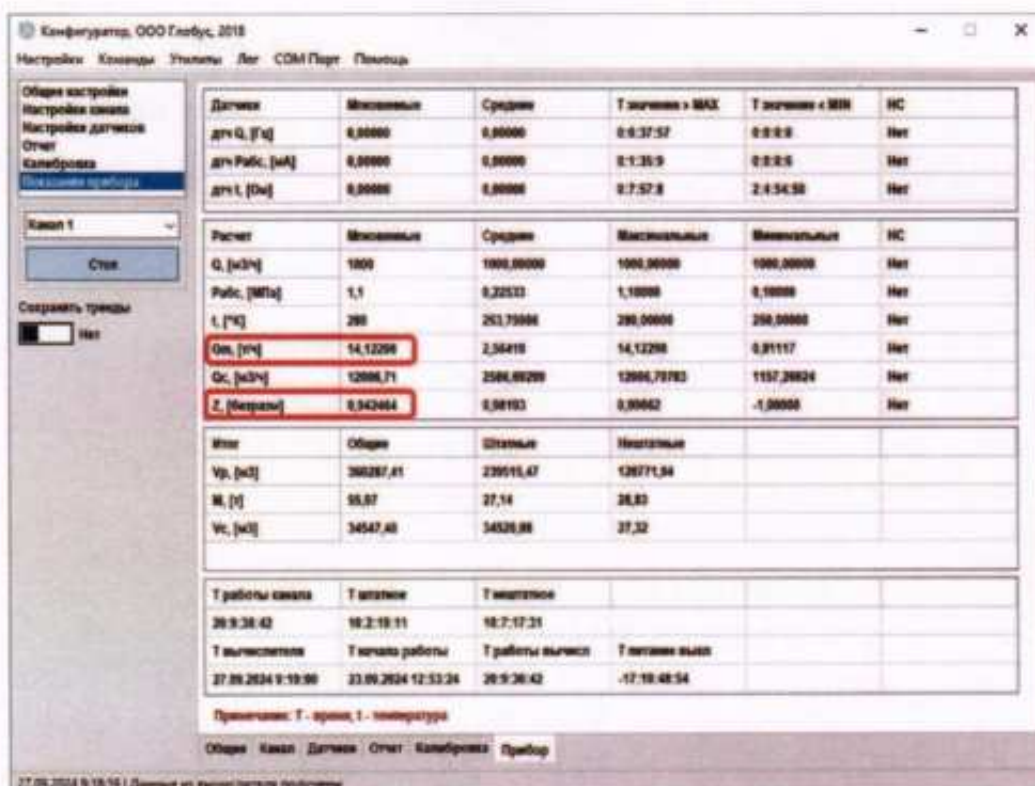


Рисунок А.40 – Данные, полученные из вычислителя

А.4.15 В категории «Показания прибора» будут отображены результаты вычислений массового расхода (G_m) и фактора сжимаемости (Z).

А.4.16 Вычислить значение плотности ρ , кг/м^3 , по формуле

$$\rho = \frac{G_m}{Q},$$

где G_m – массовый расход, т/ч;

Q – значение объемного расхода, равное $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

А.4.17 Относительную погрешность вычислений обусловленную алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 273 и его программной реализацией $\delta, \%$, рассчитать для каждой полученной величины по следующей формуле

$$\delta = \frac{X - X_d}{X_d} \cdot 100,$$

где X – значение, полученное с вычислителя;

X_d – проверочное значение из Приложения В ГСССД МР 273.

А.4.18 Результаты определения относительной погрешности вычислений плотности, фактора сжимаемости, скорости звука, показателя адиабаты, коэффициента динамической вязкости влажных газовых смесей в диапазоне температур от 263 К до 500 К при давлениях до 30 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 273-2018 и его программной реализацией, считаются положительными, если полученное значение погрешности не превышает 0,02 %.

А.5 Определение относительной погрешности вычислений плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости умеренно сжатых газовых смесей, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 118-2005 и его программной реализацией

А.5.1 В качестве исходных и проверочных данных использовать Приложение 2 из ГСССД МР 118-2005 «Расчет плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости умеренно-сжатых разовых смесей» (далее по тексту - ГСССД МР 118).

А.5.2 В Конфигураторе в левом верхнем углу выбрать категорию «Настройки канала» (рисунок А.41).

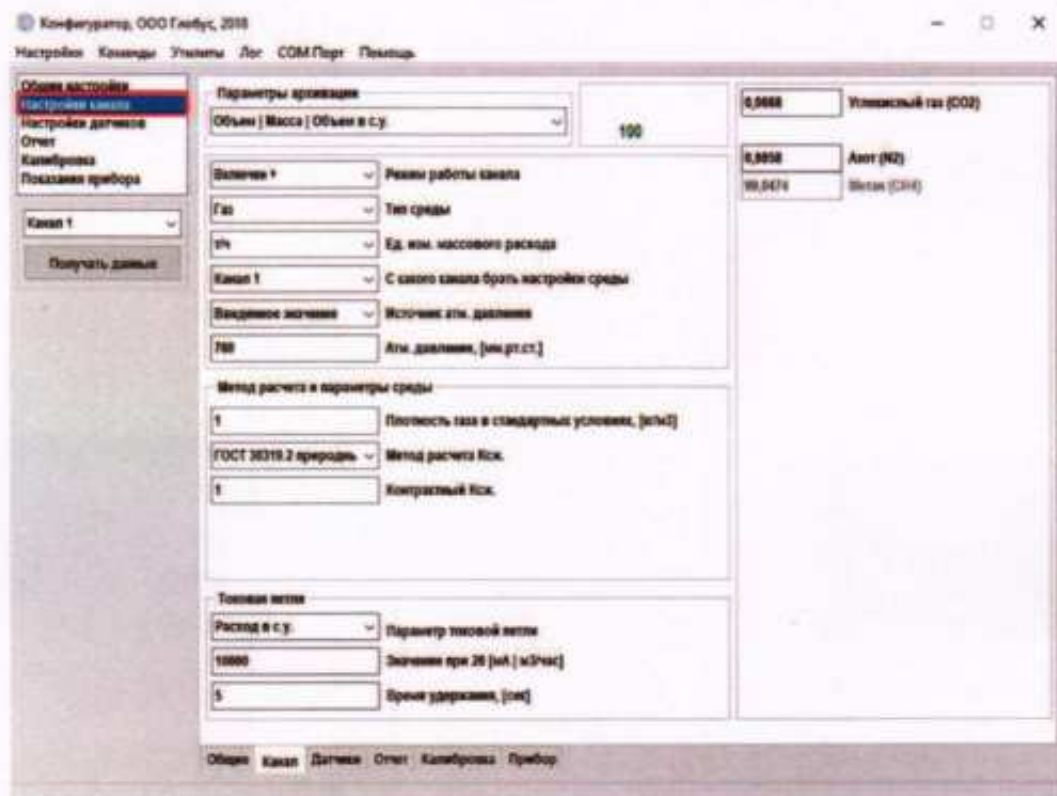


Рисунок А.41 – Окно меню «Настройки канала»

А.5.3 В разделе «Метод расчета и параметры среды» в выпадающем списке «Метод расчета Ксж.» выбрать «МР-118 умеренно сжатые газовые смеси» (рисунок А.42).

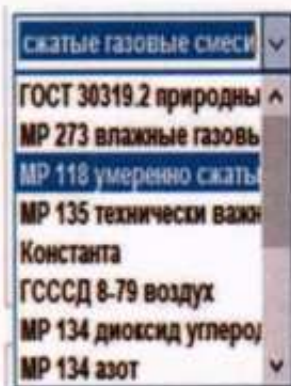


Рисунок А.42 – Выпадающий список «Метод расчета Ксж.»

А.5.4 Заполнить строки для ввода данных значениями концентрации компонентов в мольных процентах из таблицы П.2.1 (Приложение 2) ГСССД МР 118 (рисунок А.43).

Рисунок А.43 – Поля ввода для внесения табличных данных в разделе «Настройки канала»

А.5.5 В категории «Отчет» заполнить разделы «Тип данных для расхода», «Тип данных для давления», «Тип данных для температуры». В графе «Тип данных для расхода» выбрать «Расход, [м³/ч]» и указать «1000» (для всех случаев). В графе «Тип данных для давления» выбрать «Давление абсолютное, [МПа]», в графе «Тип данных для температуры» выбрать «Температура, [°K]», указать соответствующие табличные данные из Приложения 2 ГСССД МР 118 (рисунок А.44).

А.5.6 Желтым цветом выделяются строки, с данными в которых происходит оперирование. Выбрать свободную от данных строку. Повторить операцию с внесением данных.

А.5.7 После внесения всех данных категория «Отчет» должна выглядеть, как показано на рисунке А.44.

Рисунок А.44 – Вкладка «Отчет»

А.5.8 В Конфигураторе перейти в меню «Настройки» и выбрать «Записать настройки в вычислитель» (рисунок А.45).

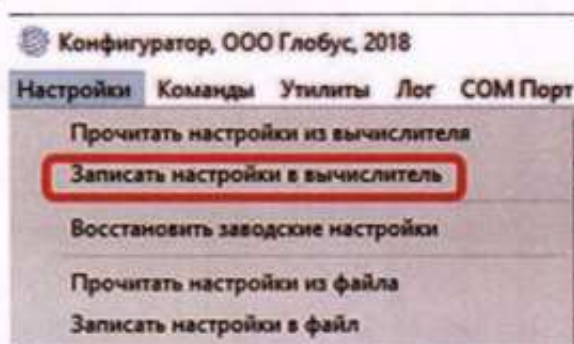


Рисунок А.45 – Выпадающий список вкладки «Настройки»

А.5.9 В Конфигураторе в левом нижнем углу появится надпись: «Настройки записаны» (рисунок А.46).

25.09.2024 11:02:39 | Настройки записаны

Рисунок А.46 – Строка состояний «Настройки записаны»

А.5.10 В Конфигураторе перейти в меню «Утилиты» и в выпадающем списке выбрать «Виртуальные данные» (рисунок А.47).

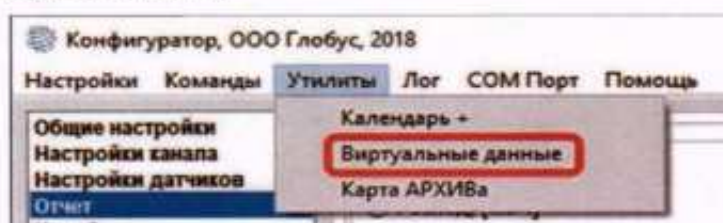


Рисунок А.47 – Выпадающий список вкладки «Утилиты»

А.5.11 В появившемся окне ввести значение «1000» для графы «Расход, [м³/ч]». В графах «Давление абсолютное, [МПа]» и «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из ГСССД МР 118 (рисунок А.48).

Рисунок А.48 – Пример заполнения данных

А.5.12 Нажать «Послать виртуальные данные на вычислитель», после чего в строке состояний появится надпись: «Виртуальные данные установлены» (рисунок А.49).

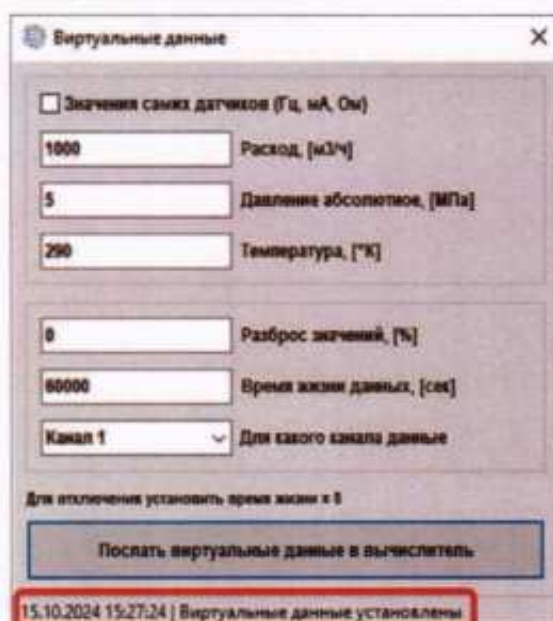


Рисунок А.49 – Строка состояний диалогового окна «Виртуальные данные»

А.5.13 В категории «Отчет» нажать кнопку «Получать данные» (рисунок А.50).

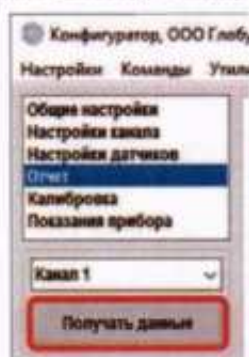


Рисунок А.50 – Кнопка «Получать данные»

А.5.14 После в категории «Показания прибора» отобразятся данные, полученные из вычислителя (рисунок А.51).

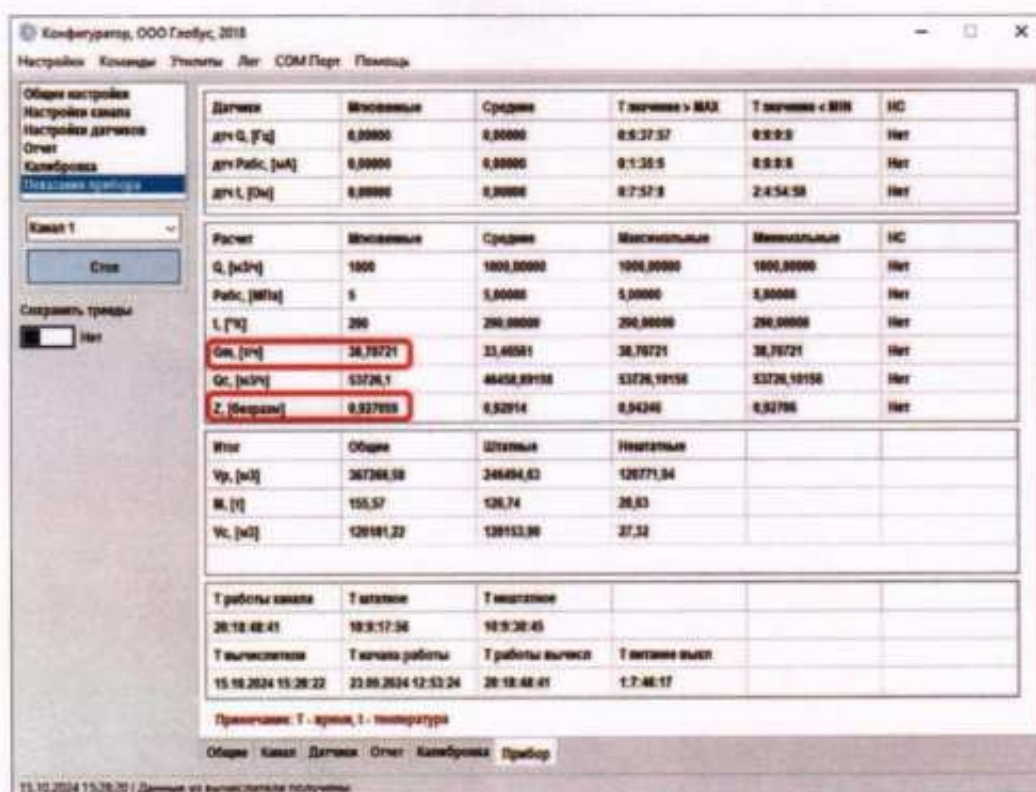


Рисунок А.51 – Данные, полученные из вычислителя

А.5.15 В категории «Показания прибора» будут отображены результаты вычислений массового расхода (G_m) и фактора сжимаемости (Z).

А.5.16 Вычислить значение плотности ρ , кг/м^3 , по формуле

$$\rho = \frac{G_m}{Q},$$

где G_m – массовый расход, г/ч ;

Q – значение объемного расхода, равное $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

А.5.17 Относительную погрешность вычислений, обусловленную алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 118 и его программной реализацией $\delta, \%$, рассчитать для каждой полученной величины по следующей формуле

$$\delta = \frac{X - X_d}{X_d} \cdot 100,$$

где X – значение, полученное с вычислителя;

X_d – проверочное значение из Приложения 2 ГСССД МР 118.

А.5.18 Результаты определения относительной погрешности вычислений плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости умеренно сжатых газовых смесей, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 118-2005 и его программной реализацией, считаются положительными, если полученное значение погрешности не превышает $0,02 \%$.

А.6 Определение относительной погрешности вычислений основных термодинамических свойств и коэффициентов динамической вязкости и теплопроводности гелия-4 в диапазоне температур 2,5...450 К при давлении 100 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 121-2006 и его программной реализацией

А.6.1 В качестве исходных и проверочных данных использовать Приложение 2 из ГСССД МР 121-2006 «Расчёт основных термодинамических свойств и коэффициентов динамической вязкости и теплопроводности гелия-4 в диапазоне температур 2,5...450 К при давлениях до 100 МПа» (далее по тексту – ГСССД МР 121).

А.6.2 В Конфигураторе в левом верхнем углу выбрать категорию «Настройки канала» (рисунок А.52).

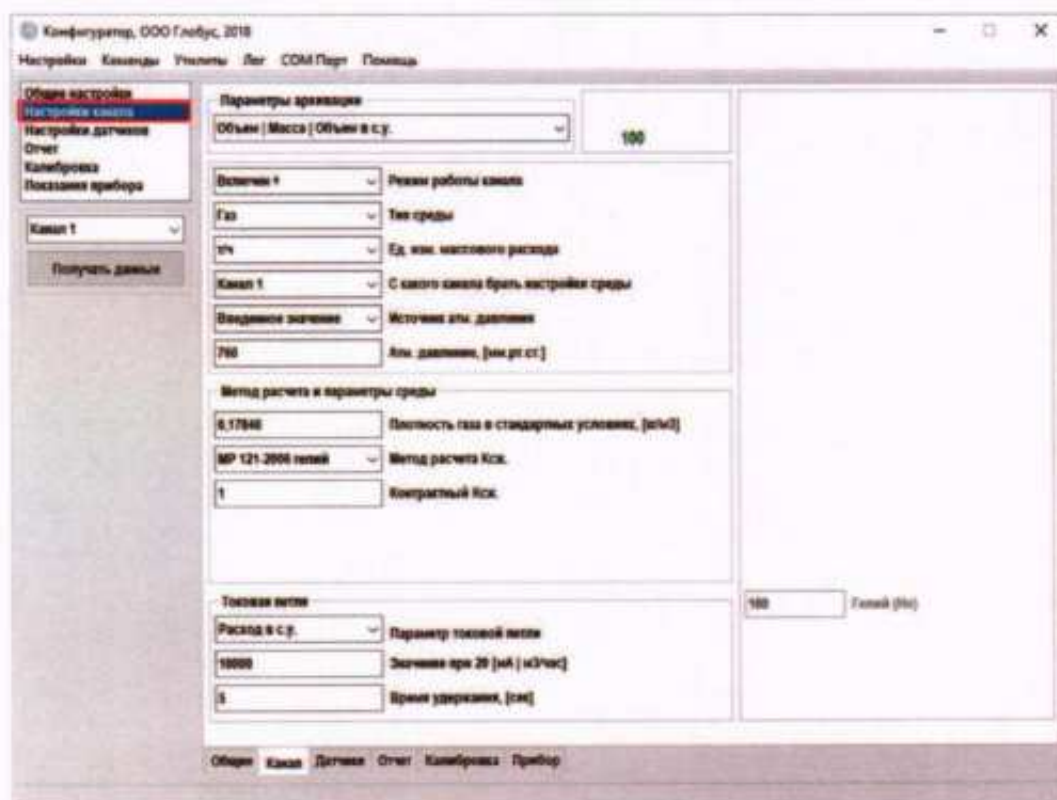


Рисунок А.52 – Окно меню «Настройки канала»

А.6.3 В разделе «Метод расчета и параметры среды» в выпадающем списке «Метод расчета Ксж.» выбрать «МР 121-2006 гелий» (рисунок А.53).



Рисунок А.53 – Выпадающий список «Метод расчета Ксж.»

А.6.4 В категории «Отчет» заполнить разделы «Тип данных для расхода», «Тип данных для давления», «Тип данных для температуры». В графе «Тип данных для расхода» выбрать «Расход, [м³/ч]» и указать «1000» (для всех случаев). В графе «Тип данных для давления» выбрать «Давление абсолютное, [МПа]», в графе «Тип данных для температуры» выбрать «Температура, [°K]», указать соответствующие табличные данные из Приложения 2 ГСССД МР 121 (рисунок А.54).

А.6.5 Желтым цветом выделяются строки, с данными в которых происходит оперирование. Выбрать свободную от данных строку. Повторить операцию с внесением данных.

А.6.6 После внесения всех данных категория «Отчет» должна выглядеть, как показано на рисунке А.54.

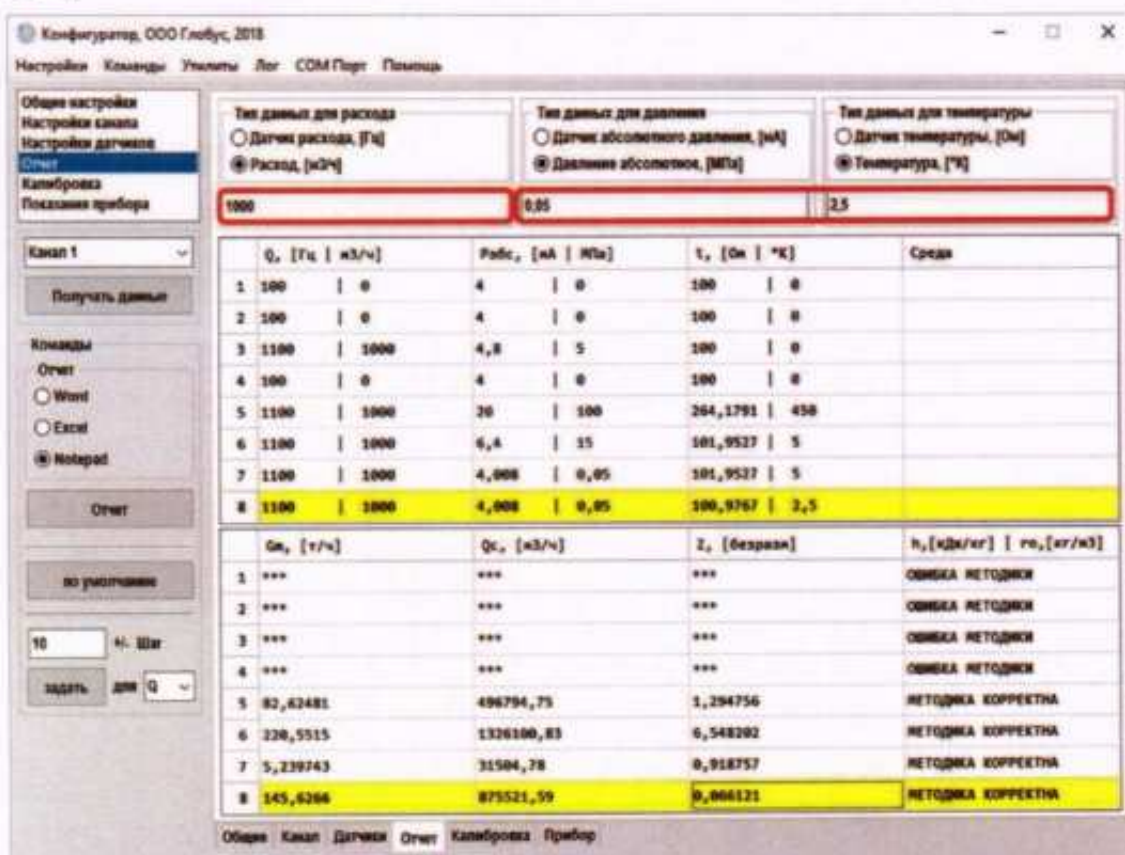


Рисунок А.54 – Вкладка «Отчет»

А.6.7 В Конфигураторе перейти в меню «Настройки» и выбрать «Записать настройки в вычислитель» (рисунок А.55).

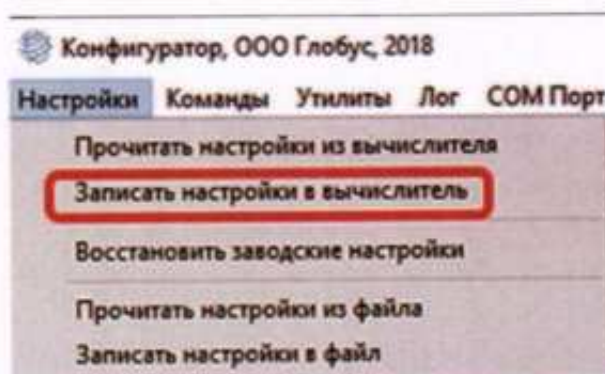


Рисунок А.55 – Выпадающий список вкладки «Настройки»

А.6.8 В Конфигураторе в левом нижнем углу появится надпись: «Настройки записаны» (рисунок А.56).

25.09.2024 11:02:39 | Настройки записаны

Рисунок А.56 – Строка состояний «Настройки записаны»

А.6.9 В Конфигураторе перейти в меню «Утилиты» и в выпадающем списке выбрать «Виртуальные данные» (рисунок А.57).

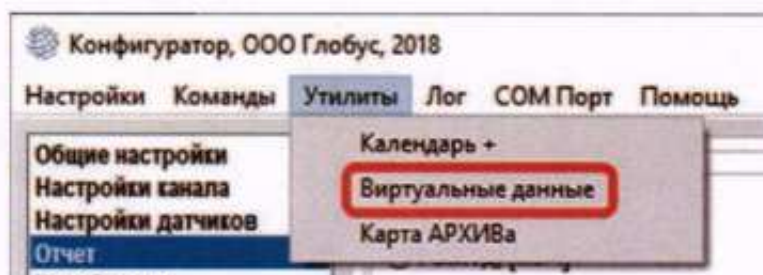


Рисунок А.57 – Выпадающий список вкладки «Утилиты»

А.6.10 В появившемся окне ввести значение «1000» для графы «Расход, [м³/ч]». В графах «Давление абсолютное, [МПа]» и «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из ГСССД МР 121 (рисунок А.58).

Рисунок А.58 – Пример заполнения данных

А.6.11 Нажать «Послать виртуальные данные на вычислитель», после чего в строке состояний появится надпись «Виртуальные данные установлены» (рисунок А.59).

Виртуальные данные

☐ Значения самих датчиков (Гц, мА, Ом)

1000 Расход, [м3/ч]

0,05 Давление абсолютное, [МПа]

2,5 Температура, [°K]

0 Разброс значений, [%]

60000 Время жизни данных, [сек]

Канал 1 Для какого канала данные

Для отключения установить время жизни = 0

Послать виртуальные данные в вычислитель

06.01.2025 15:40:23 | Виртуальные данные установлены

Рисунок А.59 – Строка состояний диалогового окна «Виртуальные данные»

А.6.12 В категории «Отчет» нажать кнопку «Получать данные» (рисунок А.60).

Конфигуратор, ООО Глоб

Настройки Команды Утил

Общие настройки
Настройка канала
Настройка датчиков
Отчет
Калибровка
Показания прибора

Канал 1

Получать данные

Рисунок А.60 – Кнопка «Получать данные»

А.6.13 После в категории «Показания прибора» отобразятся данные, полученные из вычислителя (рисунок А.61).

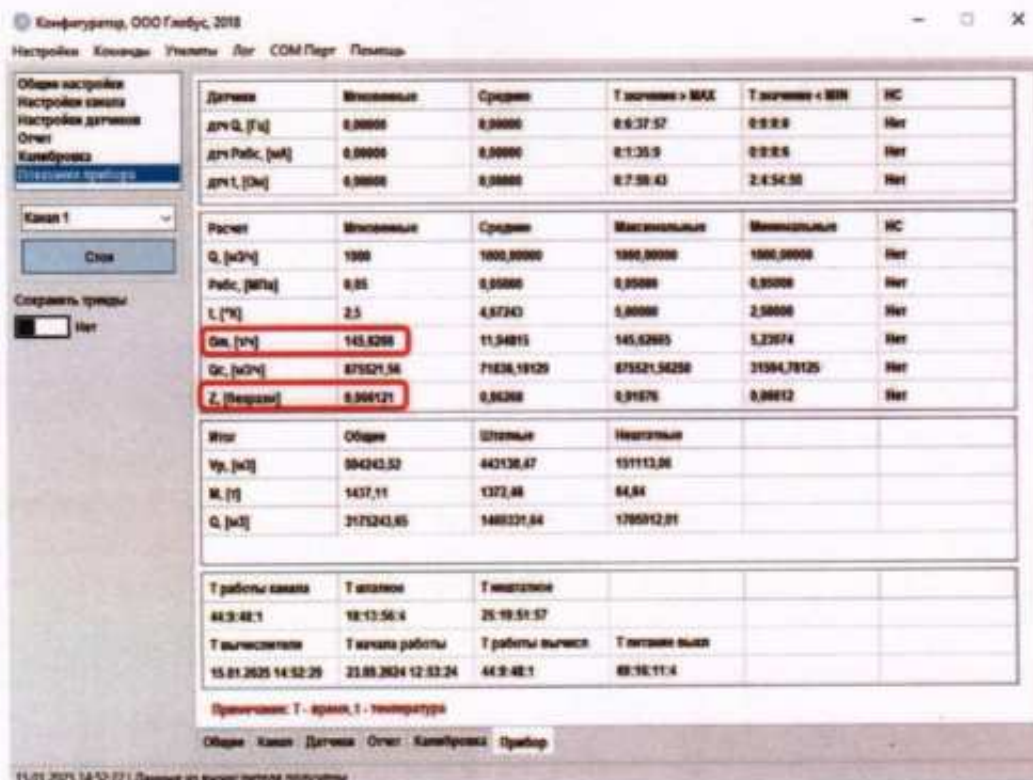


Рисунок А.61 – Данные, полученные из вычислителя

А.6.14 В категории «Показания прибора» будут отображены результаты вычислений массового расхода (G_m) и фактора сжимаемости (Z).

А.6.15 Вычислить значение плотности ρ , кг/м^3 , по формуле

$$\rho = \frac{G_m}{Q},$$

где G_m – массовый расход, т/ч ;

Q – значение объемного расхода, равное $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

А.6.16 Относительную погрешность вычислений, обусловленную алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 121 и его программной реализацией δ , %, рассчитать для каждой полученной величины по следующей формуле

$$\delta = \frac{X - X_d}{X_d} \cdot 100,$$

где X – значение, полученное с вычислителя;

X_d – проверочное значение из Приложения 2 ГСССД МР 121.

А.6.17 Результаты определения относительной погрешности вычислений основных термодинамических свойств и коэффициентов динамической вязкости и теплопроводности гелия-4 в диапазоне температур $2,5 \dots 450 \text{ К}$ при давлении 100 МПа , обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 121-2006 и его программной реализацией, считаются положительными, если полученное значение погрешности не превышает $0,02 \%$.

А.7 Определение относительной погрешности вычислений плотности, энтальпии, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости водяного пара при температурах 0...1000 °С и давлениях 0,0005...100 МПа на основании таблиц стандартных справочных данных ГСССД 6-89, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 147-2008 и его программной реализацией

А.7.1 В качестве исходных и проверочных данных использовать таблицу П.2.2 «Теплофизические свойства перегретого пара в однофазной области» Приложение 2 ГСССД МР 147-2008 «Расчёт плотности, энтальпии, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости воды и водяного пара при температурах 0...1000 °С и давлениях 0,0005...100 МПа на основании таблиц стандартных справочных данных ГСССД 187-99 и ГСССД 6-89» (далее по тексту – ГСССД МР 147).

А.7.2 В Конфигураторе в левом верхнем углу выбрать категорию «Настройки канала» (рисунок А.62).

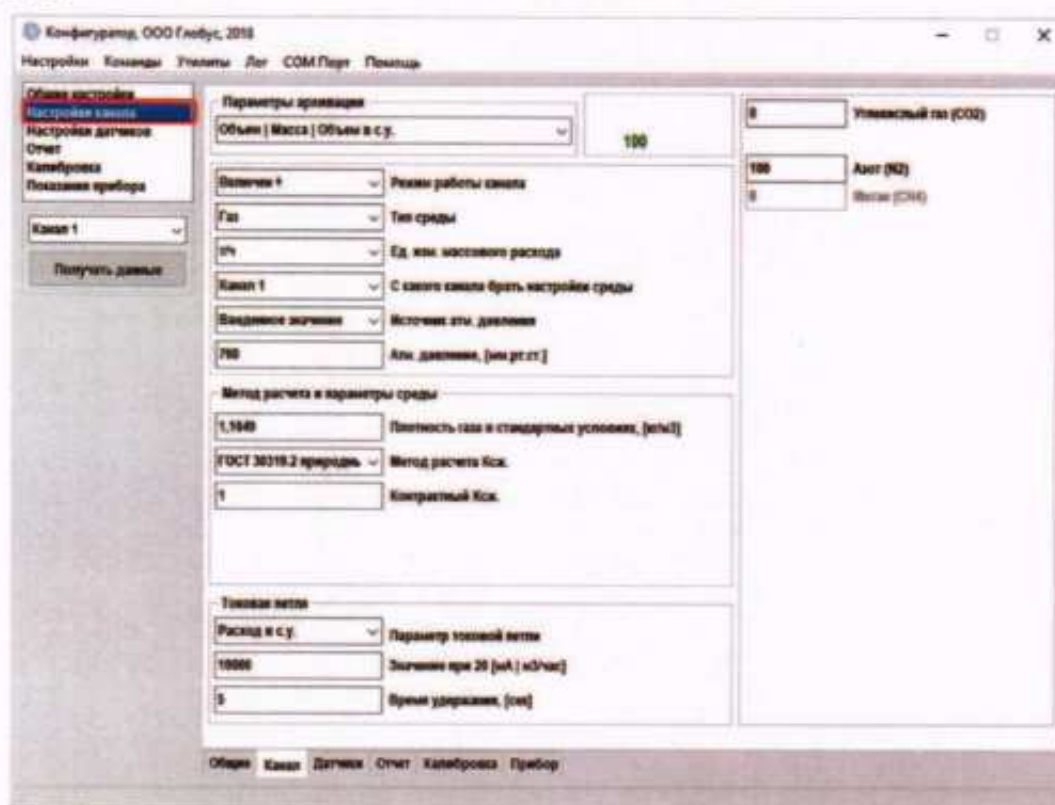


Рисунок А.62 – Окно меню «Настройки канала»

А.7.3 В разделе «Тип среды» в выпадающем списке выбрать «Пар». В разделе «Настройки пара» в выпадающем списке параметра «Ед. изм. тепловой мощности» выбрать «кДж/час» (рисунок А.63).

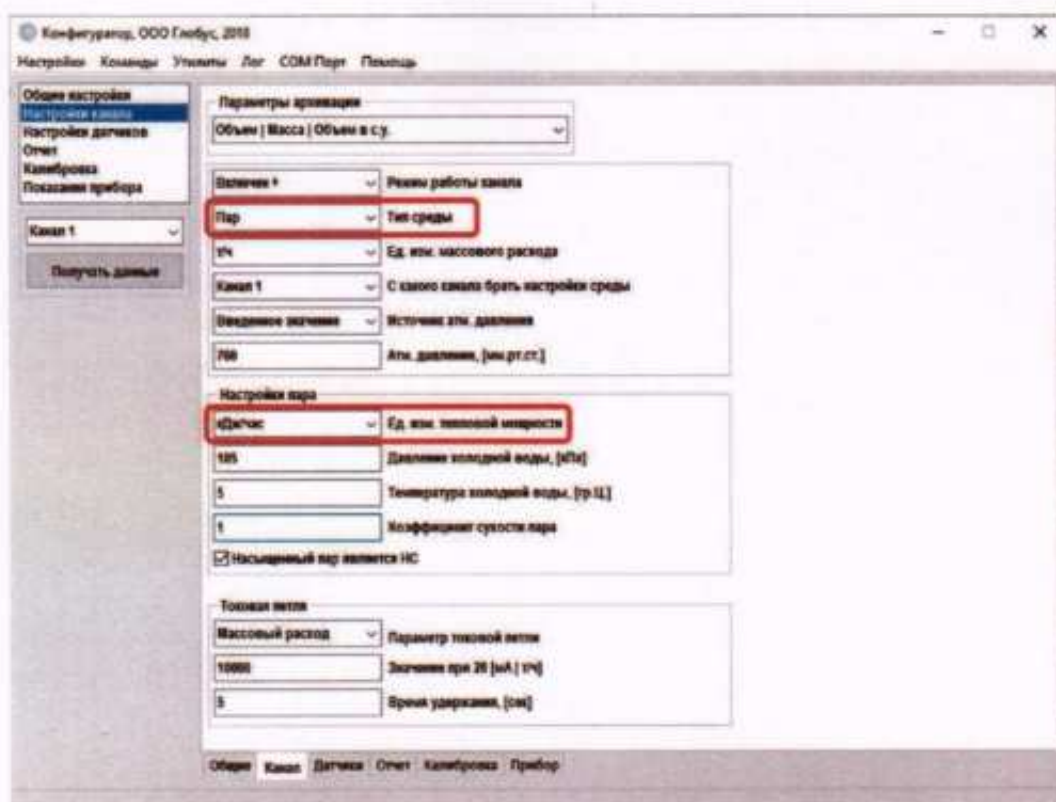


Рисунок А.63 – Выпадающий список «Метод расчета Ксж.»

А.7.4 В категории «Отчет» заполнить разделы «Тип данных для расхода», «Тип данных для давления», «Тип данных для температуры». В графе «Тип данных для расхода» выбрать «Расход, [м³/ч]» и указать «1000» (для всех случаев). В графе «Тип данных для давления» выбрать «Давление абсолютное, [МПа]», в графе «Тип данных для температуры» выбрать «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из таблицы П.2.2 Приложения 2 ГСССД МР 147 (рисунок А.64).

А.7.5 Желтым цветом выделяются строки, с данными в которых происходит оперирование. Выбрать свободную от данных строку. Повторить операцию с внесением данных.

А.7.6 После внесения всех данных категория «Отчет» должна выглядеть, как показано на рисунке А.64.

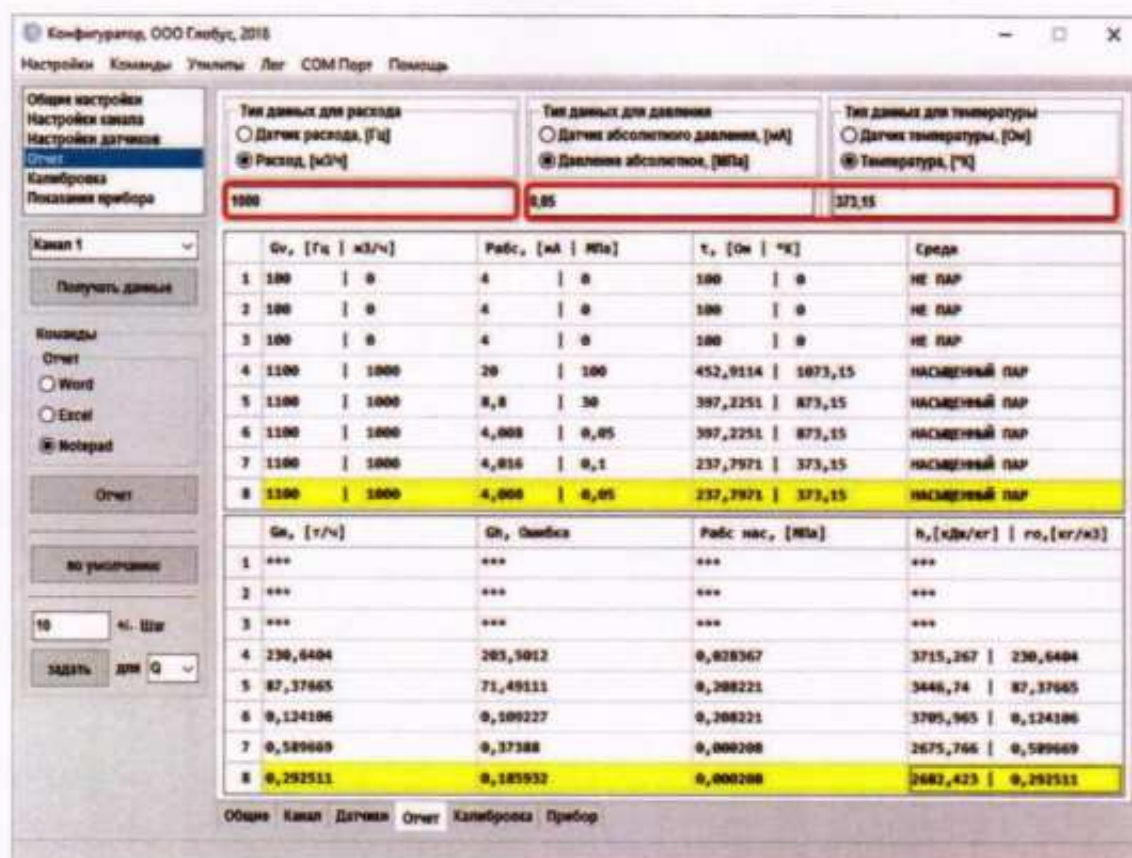


Рисунок А.64 – Вкладка «Отчет»

А.7.7 В Конфигураторе перейти в меню «Настройки» и выбрать «Записать настройки в вычислитель» (рисунок А.65).

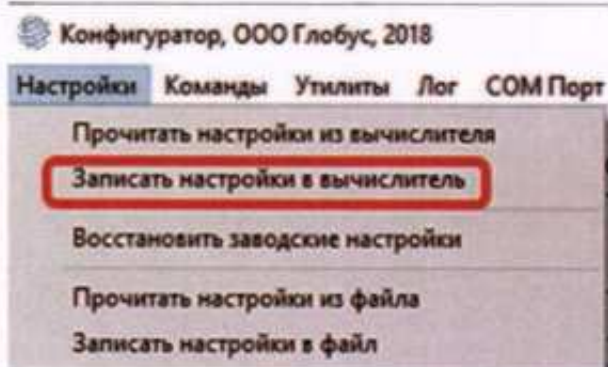


Рисунок А.65 – Выпадающий список вкладки «Настройки»

А.7.8 В Конфигураторе в левом нижнем углу появится надпись: «Настройки записаны» (рисунок А.66).

25.09.2024 11:02:39 | Настройки записаны

Рисунок А.66 – Строка состояний «Настройки записаны»

А.7.9 В Конфигураторе перейти в меню «Утилиты» и в выпадающем списке выбрать «Виртуальные данные» (рисунок А.67).

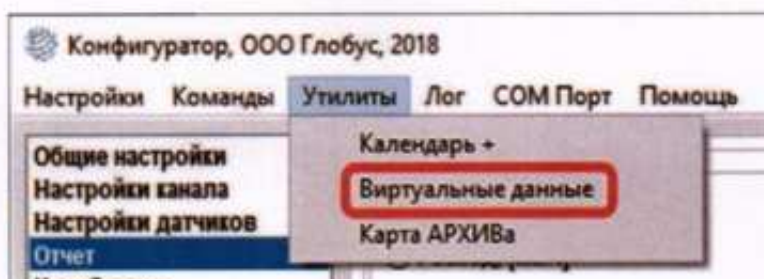


Рисунок А.67 – Выпадающий список вкладки «Утилиты»

А.7.10 В появившемся окне ввести значение «1000» для графы «Расход, [м³/ч]». В графах «Давление абсолютное, [МПа]» и «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из ГСССД МР 147 (рисунок А.68).

Рисунок А.68 – Пример заполнения данных

А.7.11 Нажать «Послать виртуальные данные на вычислитель», после чего в строке состояний появится надпись «Виртуальные данные установлены» (рисунок А.69).

Рисунок А.69 – Строка состояний диалогового окна «Виртуальные данные»

А.7.12 В категории «Отчет» нажать кнопку «Получать данные» (рисунок А.70).

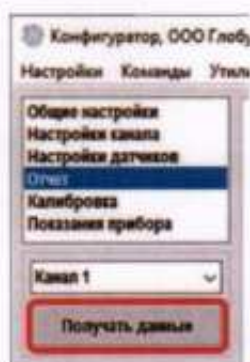


Рисунок А.70 – Кнопка «Получать данные»

А.7.13 После в категории «Показания прибора» отобразятся данные, полученные из вычислителя (рисунок А.71).

Датчик	Мгновенные	Средние	Т значение > MAX	Т значение < MIN	НС
дтс Q, [Гц]	0,00000	0,00000	2:5:2:7	0:0:0:0	Нет
дтс Рабс, [мА]	0,00000	0,00000	0:0:45:46	0:0:0:0	Нет
дтс t, [°C]	0,00000	0,00000	0:0:29:27	0:5:15:38	Нет

Расчет	Мгновенные	Средние	Максимальные	Минимальные	НС
Qv, [м3/ч]	1000	1000,00000	1000,00000	1000,00000	Нет
Рабс, [МПа]	0,05	3,58671	5,00000	0,05000	Нет
t, [°C]	373,15	404,59704	450,00000	273,14999	Нет
Отс, [°C]	0,292511	26,99531	38,07664	0,29251	Нет
Qh, [кг/ч]	778460,25	95481,79975	1565382,37500	778460,25000	Нет
Рабс макс, [МПа]	0,101418	0,72536	1,01640	0,10142	Нет

Итого	Общие	Штатные	Нештатные		
Vp, [м3]	4844,61	4738,72	113,89		
M, [т]	4113,55	69,67	4043,88		
Q, [кг/ч]	109803,34	103319,42	6573,92		

Т работы канала	Т штатное	Т нештатное	Т насыщенный	Т перегретый	
35:18:55:22	0:0:17:19	35:12:38:3	0:0:0:0	35:9:3:58	
Т вычислителя	Т начала работы	Т работы вычисл	Т питание выкл	Т среда не вар	
01.01.2000 4:33:33	09.07.2024 13:17:21	35:18:55:22	-8993:29:29:50	0:0:51:24	

Примечание: Т - время, t - температура

Общие Канал Датчик Отчет Калибровка Прибор

27.01.2025 15:19:53 | Данные из вычислителя получены

Рисунок А.71 – Данные, полученные из вычислителя

А.7.14 В категории «Показания прибора» будут отображены результаты вычислений массового расхода (G_m).

А.7.15 Вычислить значение плотности ρ , кг/м^3 , по формуле

$$\rho = \frac{G_m}{Q},$$

где G_m – массовый расход, т/ч ;

Q – значение объемного расхода, равное $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

А.7.16 Относительную погрешность вычислений, обусловленную алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 147 и его программной реализацией $\delta, \%$, рассчитать для каждой полученной величины по следующей формуле

$$\delta = \frac{X - X_d}{X_d} \cdot 100,$$

где X – значение полученное с вычислителя;

X_d – проверочное значение из Приложения 2 ГСССД МР 147

А.7.17 Результаты определения относительной погрешности вычислений плотности, энтальпии, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости водяного пара при температурах 0...1000 °С и давлениях 0,0005...100 МПа на основании таблиц стандартных справочных данных ГСССД 6 89, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 147-2008 и его программной реализацией, считаются положительными, если полученное значение погрешности не превышает 0,02 %.

А.8 Определение относительной погрешности вычислений плотности, энтальпии, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости воды при температурах 0...1000 °С и давлениях 0,0005...100 МПа на основании таблиц стандартных справочных данных ГСССД 6 89, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 147-2008 и его программной реализацией

А.8.1 В качестве исходных и проверочных данных использовать таблицу П.2.1 «Теплофизические свойства перегретого пара в однофазной области» Приложение 2 ГСССД МР 147-2008 «Расчёт плотности, энтальпии, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости воды и водяного пара при температурах 0...1000 °С и давлениях 0,0005...100 МПа на основании таблиц стандартных справочных данных ГСССД 187-99 и ГСССД 6-89» (далее по тексту – ГСССД МР 147).

А.8.2 В Конфигураторе в левом верхнем углу выбрать категорию «Настройки канала» (рисунок А.72).

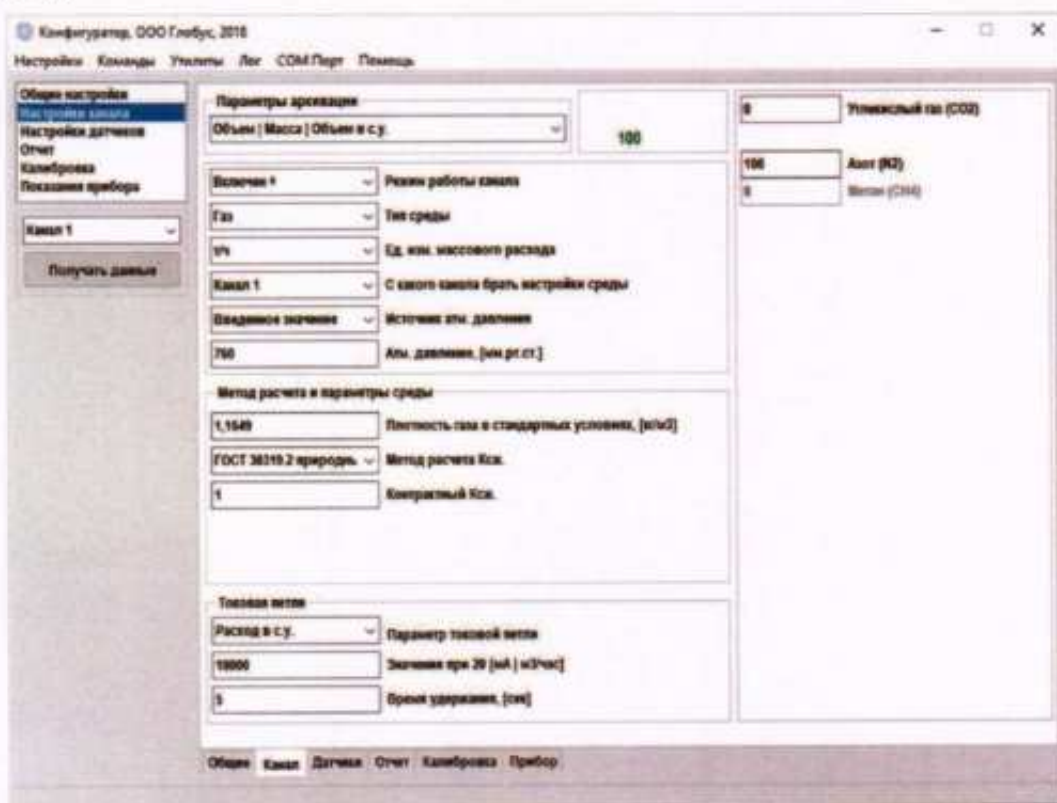


Рисунок А.72 – Окно меню «Настройки канала»

А.8.3 В разделе «Тип среды» в выпадающем списке выбрать «Горячая вода».

А.8.4 В категории «Отчет» заполнить разделы «Тип данных для расхода», «Тип данных для давления», «Тип данных для температуры». В графе «Тип данных для расхода» выбрать «Расход, [м³/ч]» и указать «1000» (для всех случаев). В графе «Тип данных для давления» выбрать «Давление абсолютное, [МПа]», в графе «Тип данных для температуры» выбрать «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из таблицы П.2.1 Приложения 2 ГСССД МР-147.

А.8.5 Желтым цветом выделяются строки, с данными в которых происходит оперирование. Выбрать свободную от данных строку. Повторить операцию с внесением данных.

А.8.6 После внесения всех данных категория «Отчет» должна выглядеть, как показано на рисунке А.73.

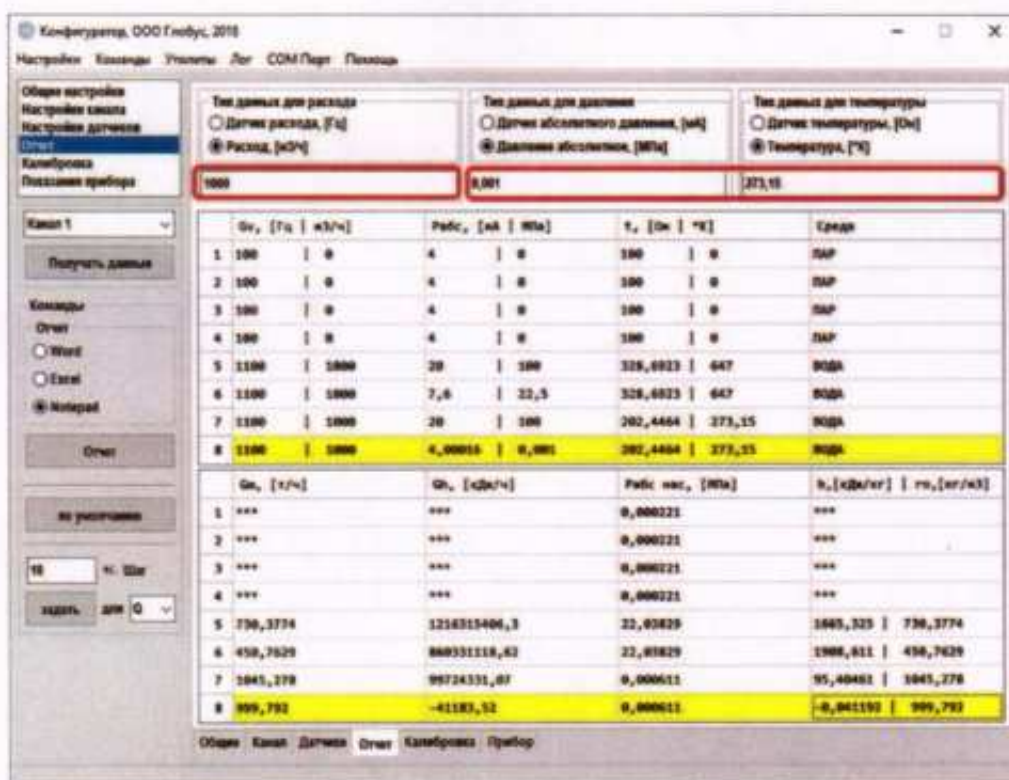


Рисунок А.73 – Вкладка «Отчет»

А.8.7 В Конфигураторе перейти в меню «Настройки» и выбрать «Записать настройки в вычислитель» (рисунок А.74).

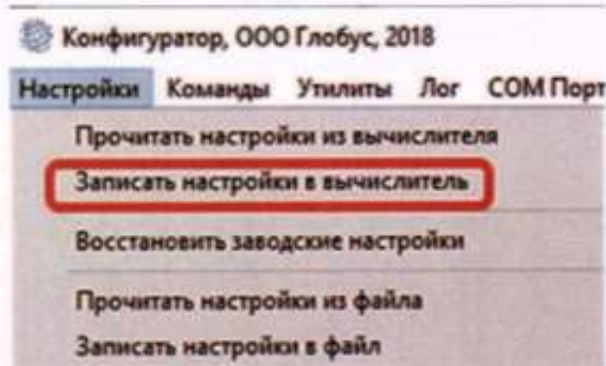


Рисунок А.74 – Выпадающий список вкладки «Настройки»

А.8.8 В Конфигураторе в левом нижнем углу появится надпись: «Настройки записаны» (рисунок А.75).

25.09.2024 11:02:39 | Настройки записаны

Рисунок А.75 – Строка состояний «Настройки записаны»

А.8.9 В Конфигураторе перейти в меню «Утилиты» и в выпадающем списке выбрать «Виртуальные данные» (рисунок А.76).

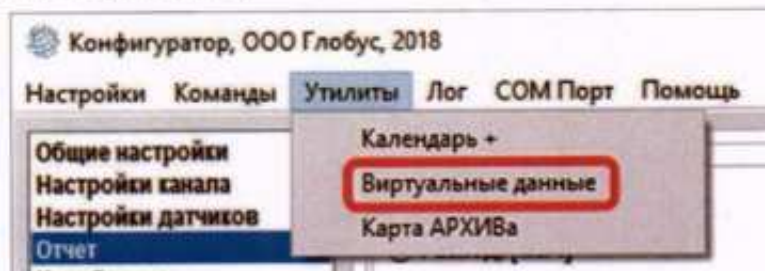


Рисунок А.76 – Выпадающий список вкладки «Утилиты»

А.8.10 В появившемся окне ввести значение «1000» для графы «Расход, [м³/ч]». В графах «Давление абсолютное, [МПа]» и «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из ГСССД МР 147-2005 (рисунок А.77).

Рисунок А.77 – Пример заполнения данных

А.8.11 Нажать «Послать виртуальные данные на вычислитель», после чего в строке состояний появится надпись «Виртуальные данные установлены» (рисунок А.78).

Рисунок А.78 – Строка состояний диалогового окна «Виртуальные данные»

А.8.12 В категории «Отчет» нажать кнопку «Получать данные» (рисунок А.79).

Рисунок А.79 – Кнопка «Получать данные»

А.8.13 После в категории «Показания прибора» отобразятся данные, полученные из вычислителя (рисунок А.80).

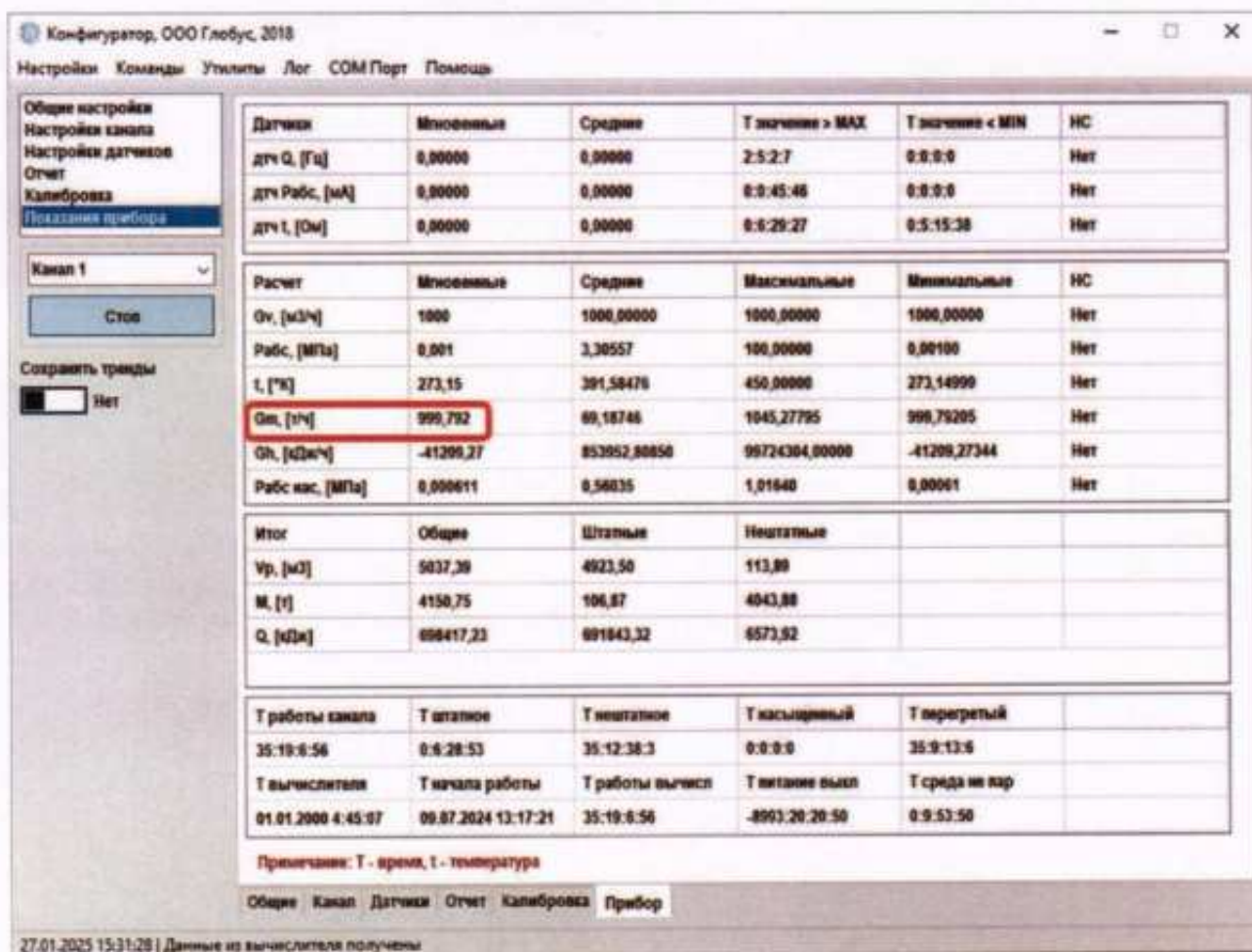


Рисунок А.80 – Данные, полученные из вычислителя

А.8.14 В категории «Показания прибора» будут отображены результаты вычислений массового расхода (G_m).

А.8.15 Вычислить значение плотности ρ , кг/м³, по формуле

$$\rho = \frac{G_m}{Q},$$

где G_m – массовый расход, т/ч;

Q – значение объемного расхода, равное 1000 м³/ч.

А.8.16 Относительную погрешность вычислений, обусловленную алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 147 и его программной реализацией δ , %, рассчитать для каждой полученной величины по следующей формуле

$$\delta = \frac{X - X_d}{X_d} \cdot 100,$$

где X – значение, полученное с вычислителя;

X_d – проверочное значение из Приложения 2 ГСССД МР 147

А.8.17 Результаты определения относительной погрешности вычислений плотности, энтальпии, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости воды при температурах 0...1000 °C и давлениях 0,0005...100 МПа на основании таблиц стандартных справочных данных ГСССД 6 89, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 147-2008 и его

программной реализацией, считаются положительными, если полученное значение погрешности не превышает 0,02 %.

А.9 Определение относительной погрешности вычислений расчёта плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости азота, ацетилена, кислорода, диоксида углерода, аммиака, аргона и водорода в диапазоне температур от 200 до 425 К и давлений до 10 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 134-2007 и его программной реализацией

А.9.1 В качестве исходных и проверочных данных использовать Приложение 2 ГСССД МР 134-2007 «Расчёт плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости азота, ацетилена, кислорода, диоксида углерода, аммиака, аргона и водорода в диапазоне температур 200...425 К и давлений до 10 МПа» (далее по тексту – ГСССД МР 134).

А.9.2 В Конфигураторе в левом верхнем углу выбрать категорию «Настройки канала» (рисунок А.81).

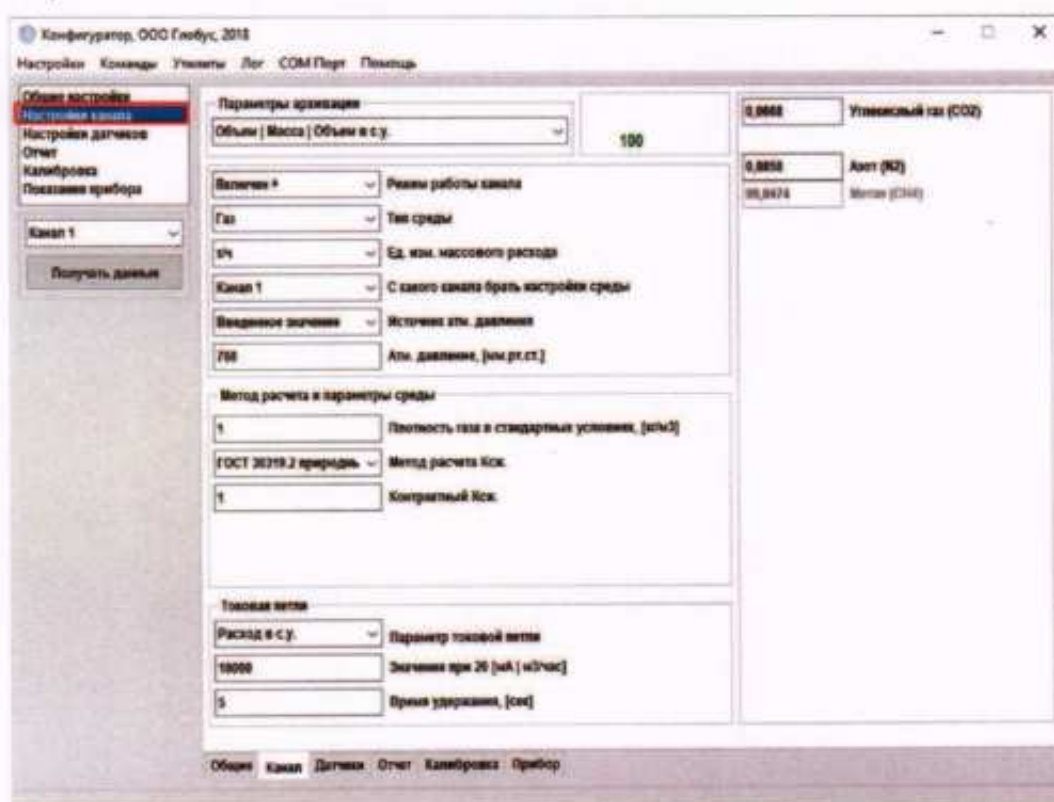


Рисунок А.81 – Окно меню «Настройки канала»

А.9.3 В разделе «Метод расчета и параметры среды» в выпадающем списке «Метод расчета Ксж.» выбрать необходимый газ из выпадающего списка (рисунок А.82).

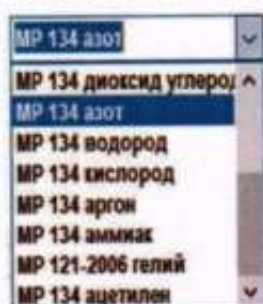


Рисунок А.82 – Выпадающий список «Метод расчета Ксж.»

А.9.4 В категории «Отчет» заполнить разделы «Тип данных для расхода», «Тип данных для давления», «Тип данных для температуры». В графе «Тип данных для расхода» выбрать «Расход, [м³/ч]» и указать «1000» (для всех случаев). В графе «Тип данных для давления» выбрать «Давление абсолютное, [МПа]», в графе «Тип данных для температуры» выбрать «Температура, [°K]», указать соответствующие табличные данные из таблицы Приложения 2 ГСССД МР 134 (рисунок А.83).

А.9.5 Желтым цветом выделяются строки, с данными в которых происходит оперирование. Выбрать свободную от данных строку. Повторить операцию с внесением данных.

А.9.6 После внесения всех данных категория «Отчет» должна выглядеть, как показано на рисунке А.83.

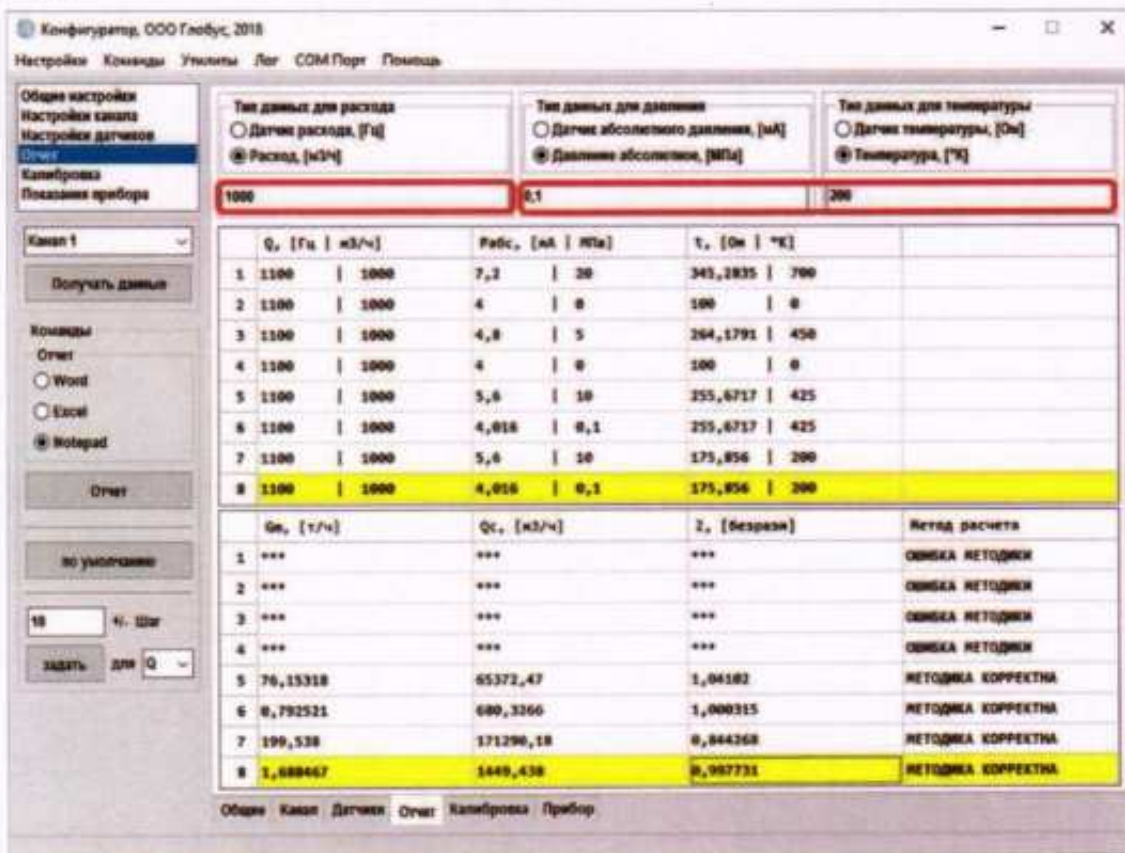


Рисунок А.83 – Вкладка «Отчет»

А.9.7 В Конфигураторе перейти в меню «Настройки» и выбрать «Записать настройки в вычислитель» (рисунок А.84).

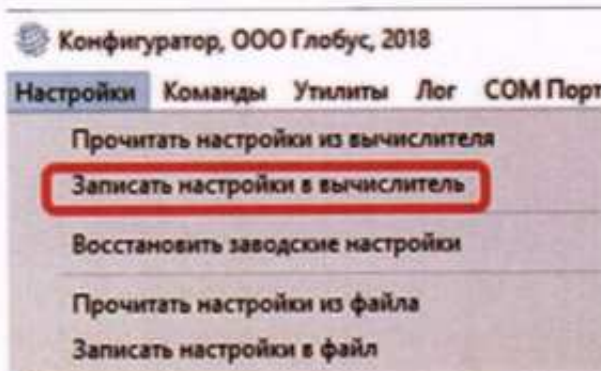


Рисунок А.84 – Выпадающий список вкладки «Настройки»

А.9.8 В Конфигураторе в левом нижнем углу появится надпись: «Настройки записаны» (рисунок А.85).

25.09.2024 11:02:39 | Настройки записаны

Рисунок А.85 – Строка состояний «Настройки записаны»

А.9.9 В Конфигураторе перейти в меню «Утилиты» и в выпадающем списке выбрать «Виртуальные данные» (рисунок А.86).

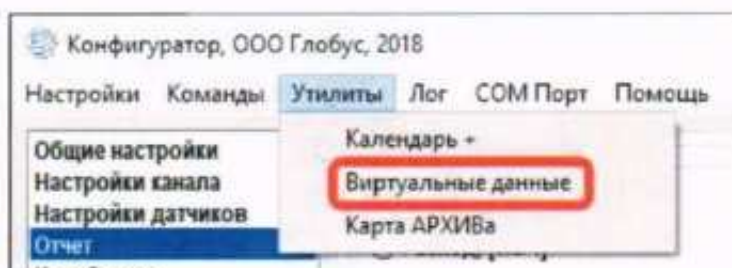


Рисунок А.86 – Выпадающий список вкладки «Утилиты»

А.9.10 В появившемся окне необходимо ввести значения: «Расход, [м³/ч]» «1000» (для всех случаев). В графах «Давление абсолютное, [МПа]» и «Температура, [°К]» необходимо указать соответствующие табличные данные из ГСССД МР 134 (рисунок А.87).

Рисунок А.87 – Пример заполнения данных

А.9.11 Нажать «Послать виртуальные данные на вычислитель», после чего в строке состояний появится надпись «Виртуальные данные установлены» (рисунок А.88).

Рисунок А.88 – Строка состояний диалогового окна «Виртуальные данные»

А.9.12 В категории «Отчет» нажать кнопку «Получать данные» (рисунок А.89).

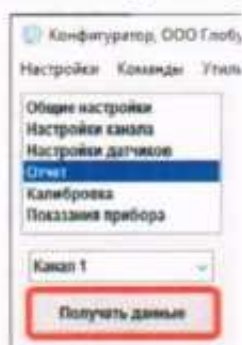


Рисунок А.89 – Кнопка «Получать данные»

А.9.13 После в категории «Показания прибора» отобразятся данные, полученные из вычислителя (рисунок А.90).

Датчик	Измеряемые	Среднее	Т. измерения > MAX	Т. измерения < MIN	НС
дат. Q, [л/ч]	0.00000	0.00000	0.03757	0.00000	Нет
дат. P, [кПа]	0.00000	0.00000	0.135.9	0.00000	Нет
дат. T, [°C]	0.00000	0.00000	0.137.9	2.454.10	Нет

Расчет	Измеряемые	Среднее	Максимальное	Минимальное	НС
Q, [м³/ч]	1000	1000.00000	1000.00000	1000.00000	Нет
P, [кПа]	0.1	0.29831	0.30000	0.10000	Нет
T, [°C]	200	132.80079	133.14399	200.00000	Нет
Q _н , [л/ч]	1.000007	0.98431	7.05483	1.00007	Нет
Q _к , [м³/ч]	1449.438	1014.38079	2025.40917	1449.43762	Нет
Z, [бар/атм]	0.907731	0.90652	0.90773	0.90548	Нет
Итог	Общие	Среднее	Максимальное	Минимальное	
Q _р , [м³/ч]	411291.32	201800.98	126771.54		
M, [л]	1002.94	973.26	29.83		
V _н , [м³]	1226740.34	1206722.32	27.32		
Т. работы канала	Т. канала	Т. измерения			
22.10.19.33	12.10.40.48	10.10.40.45			
Т. вычисления	Т. канала работы	Т. работы вычисл.	Т. работы вычисл.		
17.10.2024 11:58:05	23.09.2024 12:32:24	22.10.19.33	1.7.40.11		

Примечание: T - время, t - температура

Общие Канал Датчик Отчет Калибровка Прибор

17.10.2024 11:58:05 | Данные из вычислителя поступили

Рисунок А.90 – Данные, полученные из вычислителя

А.9.14 В категории «Показания прибора» будут отображены результаты вычислений массового расхода (G_m) и фактора сжимаемости (Z).

А.9.15 Вычислить значение плотности ρ , кг/м³, по формуле

$$\rho = \frac{G_m}{Q},$$

где G_m – массовый расход, т/ч;

Q – значение объемного расхода, равное 1000 м³/ч.

А.9.16 Относительную погрешность вычислений, обусловленную алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 134 и его программной реализацией δ %, рассчитать для каждой полученной величины по следующей формуле

$$\delta = \frac{X - X_d}{X_d} \cdot 100,$$

где X – значение, полученное с вычислителя;

X_d – проверочное значение из Приложения 2 ГСССД МР 134

А.9.17 Результаты определения относительной погрешности вычислений расчёта плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости азота, ацетилена, кислорода, диоксида углерода, аммиака, аргона и водорода в диапазоне температур от 200 до 425 К и давлений до 10 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 134-2007 и его программной реализацией, считаются положительными, если полученное значение погрешности не превышает 0,02 %.

А.10 Определение относительной погрешности вычислений расчёта плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости технически важных газов и смесей при температурах от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлениях до 5 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 135-2007 и его программной реализацией

А.10.1 В качестве исходных и проверочных данных использовать Приложение 2 ГСССД МР 135-2007 «Расчет плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости технически важных газов и смесей при температурах $-40 \dots +60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлениях до 5 МПа» (далее по тексту – ГСССД МР 135).

А.10.2 В Конфигураторе в левом верхнем углу выбрать категорию «Настройки канала» (рисунок А.91).

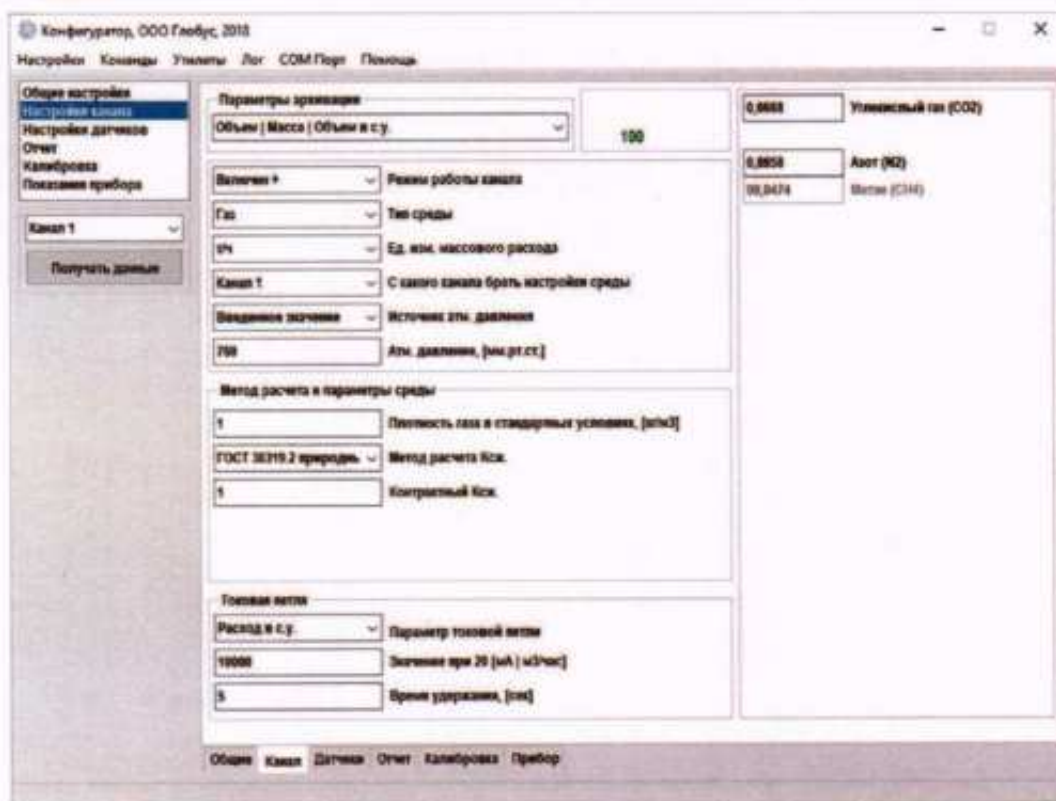


Рисунок А.91 – Окно меню «Настройки канала»

А.10.3 В разделе «Метод расчета и параметры среды» в выпадающем списке «Метод расчета Ксж.» выбрать «МР-135 технически важные газы и смеси» (рисунок А.92).



Рисунок А.92 – Выпадающий список «Метод расчета Ксж.»

А.10.4 Заполнить строки для ввода данных значениями концентрации компонентов в мольных процентах из ГСССД МР 135 (рисунок А.93).

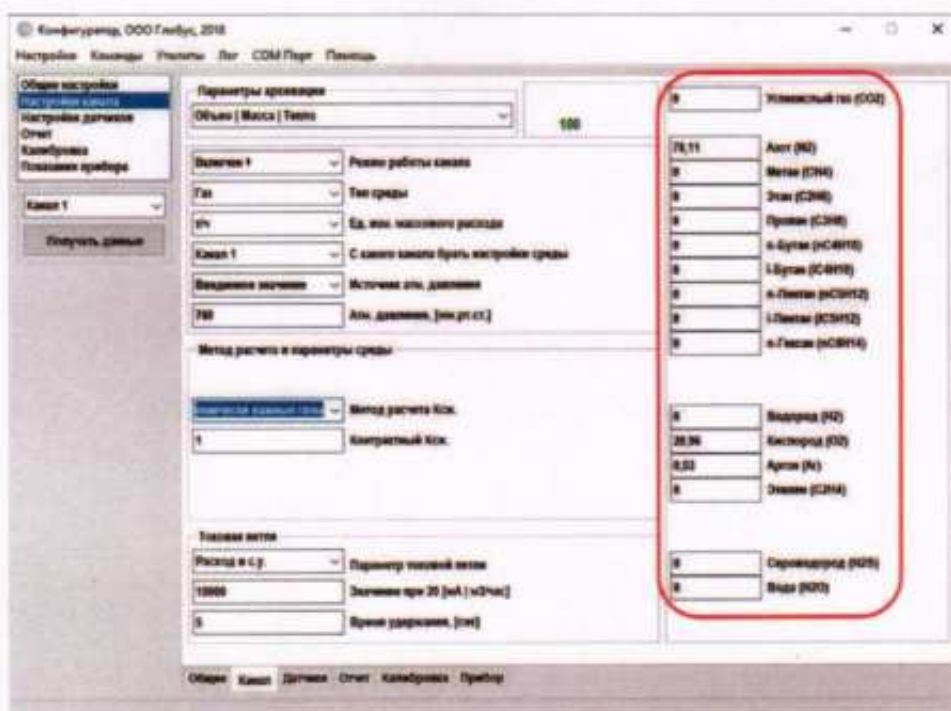


Рисунок А.93 – Поля ввода для внесения табличных данных во вкладке «Канал»

А.10.5 В категории «Отчет» заполнить разделы «Тип данных для расхода», «Тип данных для давления», «Тип данных для температуры». В графе «Тип данных для расхода» выбрать «Расход, [м³/ч]» и указать «1000» (для всех случаев). В графе «Тип данных для давления» выбрать «Давление абсолютное, [МПа]», в графе «Тип данных для температуры» выбрать «Температура, [°K]» указать соответствующие табличные данные из таблицы Приложения 2 ГСССД МР 135 (рисунок А.94). Значения температур необходимо перевести из градусов Цельсия в градусы Кельвина.

А.10.6 Желтым цветом выделяются строки, с данными в которых происходит оперирование. Выбрать свободную от данных строку. Повторить операцию с внесением данных.

А.10.7 После внесения всех данных категория «Отчет» должна выглядеть, как показано на рисунке А.94.

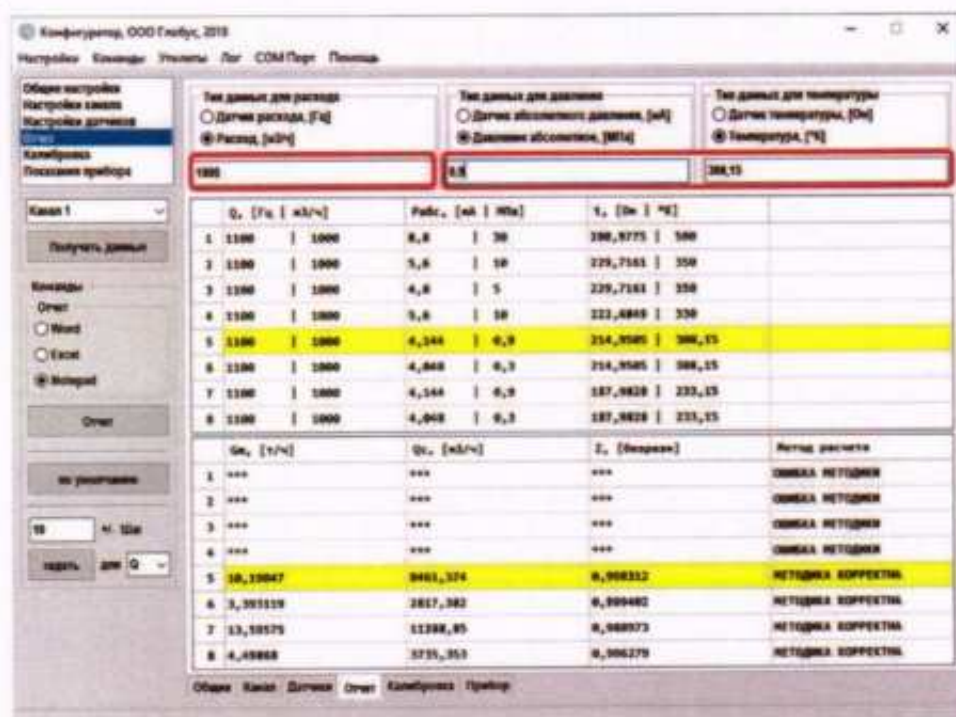


Рисунок А.94 – Вкладка «Отчет»

А.10.8 В Конфигураторе перейти в меню «Настройки» и выбрать «Записать настройки в вычислитель» (рисунок А.95).

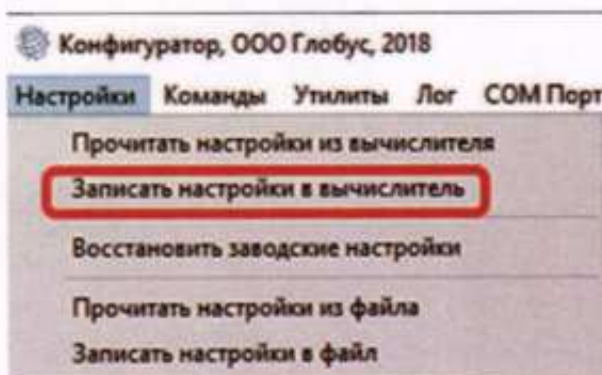


Рисунок А.95 – Выпадающий список вкладки «Настройки»

А.10.9 В Конфигураторе в левом нижнем углу появится надпись: «Настройки записаны» (рисунок А.96).

25.09.2024 11:02:39 | Настройки записаны

Рисунок А.96 – Строка состояний «Настройки записаны»

А.10.10 В Конфигураторе перейти в меню «Утилиты» и в выпадающем списке выбрать «Виртуальные данные» (рисунок А.97).

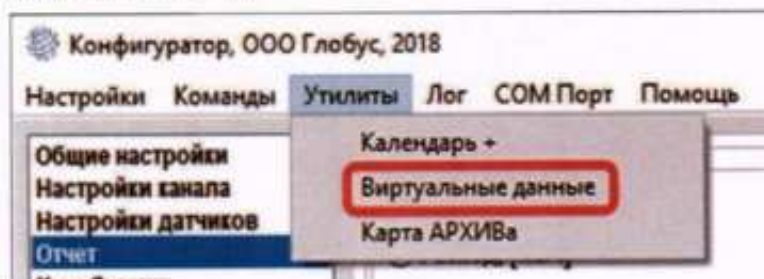


Рисунок А.97 – Выпадающий список вкладки «Утилиты»

А.10.11 В появившемся окне необходимо ввести значения: «Расход, [м³/ч]» «1000» (для всех случаев). В графах «Давление абсолютное, [МПа]» и «Температура, [°К]» необходимо указать соответствующие табличные данные из ГСССД МР 135 (рисунок А.98).

Рисунок А.98 – Пример заполнения данных

А.10.12 Нажать «Послать виртуальные данные на вычислитель», после чего в строке состояний появится надпись «Виртуальные данные установлены» (рисунок А.99).

Виртуальные данные

☐ Значения самих датчиков (Гц, мА, Ом)

1000 Расход, [м³/ч]

0,3 Давление абсолютное, [МПа]

233,15 Температура, [°К]

0 Разброс значений, [%]

60000 Время жизни данных, [сек]

Канал 1 Для какого канала данные

Для отключения установить время жизни = 0

Послать виртуальные данные в вычислитель

16.10.2024 10:09:14 | Виртуальные данные установлены

Рисунок А.99 – Строка состояний диалогового окна «Виртуальные данные»

А.10.13 В категории «Отчет» нажать кнопку «Получать данные» (рисунок А.100).

Конфигуратор, ООО Глоб

Настройки Команды Утил

Общие настройки
Настройка канала
Настройка датчиков
Отчет
Калибровка
Показания прибора

Канал 1

Получать данные

Рисунок А.100 – Кнопка «Получать данные»

А.10.14 После в категории «Показания прибора» отобразятся данные, полученные из вычислителя (рисунок А.101).

Датчик	Измеряемые	Среднее	Т.погрешность + MAX	Т.погрешность - MIN	НС
дат. Q, [л/ч]	0,0000	0,0000	0,03757	0,0375	Нет
дат. Pabs, [кПа]	0,0000	0,0000	0,1359	0,035	Нет
дат. T, [°C]	0,0000	0,0000	0,7573	2,45430	Нет

Расчет	Измеряемые	Среднее	Максимальные	Минимальные	НС
Q, [м³/ч]	1000	1000,0000	1000,0000	1000,0000	Нет
Pabs, [кПа]	0,3	4,26762	5,0000	0,3000	Нет
T, [°C]	233,15	201,1413	200,0000	233,1400	Нет
rho, [кг/м³]	0,000001	30,44147	30,81807	4,00045	Нет
Qr, [м³/ч]	3730,138	40404,3043	5370,1010	3730,13013	Нет
Z, [баррели]	0,000001	0,00002	0,00008	0,00796	Нет

Мног.	Общие	Штатные	Нештатные		
Qr, [м³]	361072,37	265296,50	126771,34		
W, [л]	670,30	801,10	30,00		
Wt, [м³]	1134108,06	1134121,53	27,30		

Т. работы записи	Т. работы	Т. вычисления			
21.12.24.20	11:49:37	10:30:40			
Т. вычисления	Т. работы	Т. работы вычисления	Т. работы вычисления		
18.10.2024 10:11:01	23.00.2024 12:57:34	21.12.24.20	1:7:40:15		

Примечание: Т. - время, л. - литры

Общие Календарь Датчик Отчет Календарь Пройбор

18.10.2024 10:10:52 | Данные не вычислены

Рисунок А.101 – Данные, полученные из вычислителя

А.10.15 В категории «Показания прибора» будут отображены результаты вычислений массового расхода (G_m) и фактора сжимаемости (Z).

А.10.16 Вычислить значение плотности ρ , кг/м³, по формуле

$$\rho = \frac{G_m}{Q},$$

где G_m – массовый расход, т/ч;

Q – значение объемного расхода, равное 1000 м³/ч.

А.10.17 Относительную погрешность вычислений, обусловленную алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 135 и его программной реализацией δ , %, рассчитать для каждой полученной величины по следующей формуле

$$\delta = \frac{X - X_d}{X_d} \cdot 100,$$

где X – значение, полученное с вычислителя;

X_d – проверочное значение из Приложения 2 ГСССД МР 135

А.10.18 Результаты определения относительной погрешности вычислений расчёта плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости технически важных газов и смесей при температурах от -40 °С до +60 °С и давлениях до 5 МПа, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГСССД МР 135-2007 и его программной реализацией, считаются положительными, если полученное значение погрешности не превышает 0,02 %.

А.11 Определение относительной погрешности вычислений теплофизических свойств нормального водорода, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГОСТ Р 8.1018-2023 и его программной реализацией

А.11.1 В качестве исходных и проверочных данных использовать таблицу Б.4 «Стандартные значения теплофизических свойств нормального водорода в однофазной области» Приложения Б ГОСТ Р 8.1018-2023 «Государственная система обеспечения единства измерений. Водород нормальный. Теплофизические свойства при температурах до 1000 К и давлениях до 100 МПа» (далее по тексту – ГОСТ Р 8.1018).

А.11.2 В Конфигураторе в левом верхнем углу выбрать категорию «Настройки канала» (рисунок А.102).

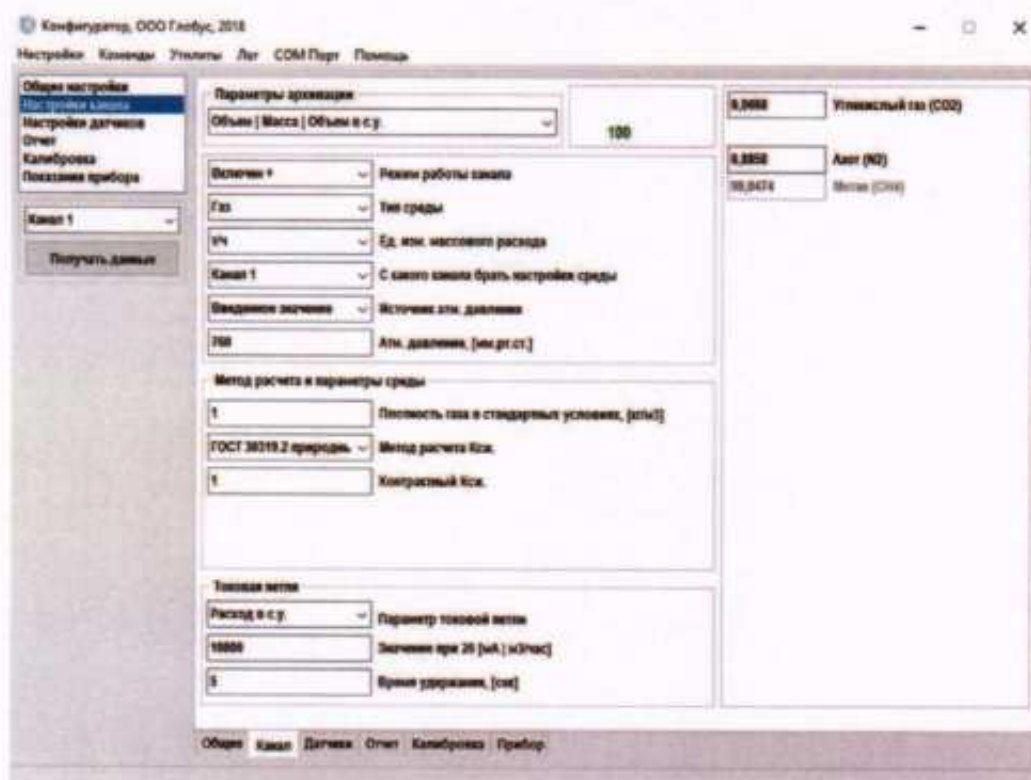


Рисунок А.102 – Окно меню «Настройки канала»

А.11.3 В разделе «Метод расчета и параметры среды» в выпадающем списке «Метод расчета Ксж.» выбрать «ГОСТ Р 8.1018-2023 Водород» (рисунок А.103).

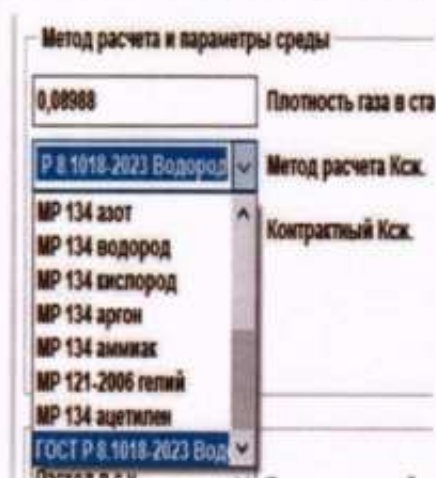


Рисунок А.103 – Выпадающий список «Метод расчета Ксж.»

А.11.4 В категории «Отчет» заполнить разделы «Тип данных для расхода», «Тип данных для давления», «Тип данных для температуры». В графе «Тип данных для расхода» выбрать «Расход, [м³/ч]» и указать «1000» (для всех случаев). В графе «Тип данных для давления» выбрать

«Давление абсолютное, [МПа]», в графе «Тип данных для температуры» выбрать «Температура, [°K]», указать соответствующие табличные данные из таблицы Б.4 Приложения Б ГОСТ Р 8.1018-2023 (рисунок А.104).

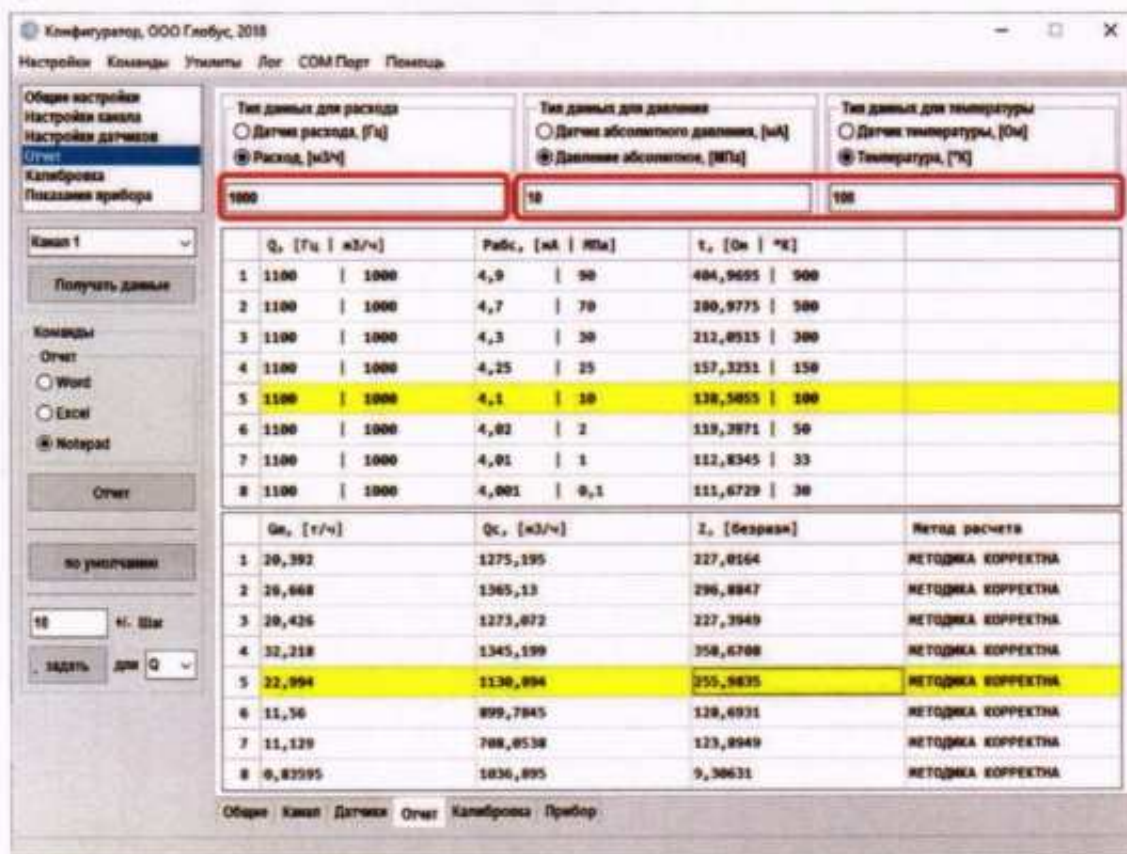


Рисунок А.104 – Вкладка «Отчет»

А.11.5 Желтым цветом выделяются строки, с данными в которых происходит оперирование. Выбрать свободную от данных строку. Повторить операцию с внесением данных.

А.11.6 В Конфигураторе перейти в меню «Настройки» и выбрать «Записать настройки в вычислитель» (рисунок А.105).

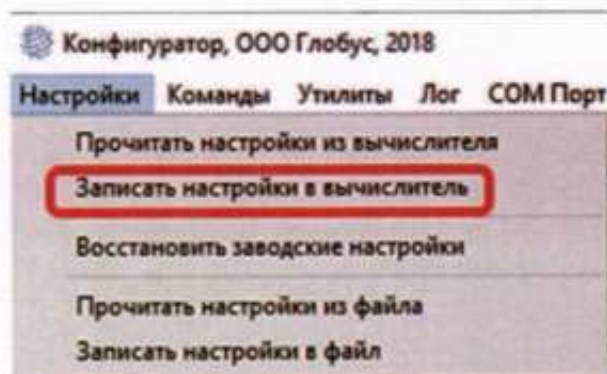


Рисунок А.105 – Выпадающий список вкладки «Настройки»

А.11.7 В Конфигураторе в левом нижнем углу появится надпись: «Настройки записаны» (рисунок А.106).

25.09.2024 11:02:39 | Настройки записаны

Рисунок А.106 – Строка состояний «Настройки записаны»

А.11.8 В Конфигураторе перейти в меню «Утилиты» и в выпадающем списке выбрать «Виртуальные данные» (рисунок А.107).

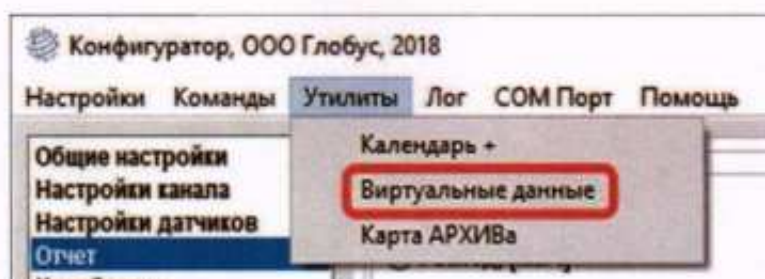


Рисунок А.107 – Выпадающий список вкладки «Утилиты»

А.11.9 В появившемся окне необходимо ввести значения: «Расход, [м³/ч]» «1000» (для всех случаев). В графах «Давление абсолютное, [МПа]» и «Температура, [°K]» необходимо указать соответствующие табличные данные из ГОСТ Р 8.1018-2023 (рисунок А.108).

Рисунок А.108 – Пример заполнения данных

А.11.10 Нажать «Послать виртуальные данные на вычислитель», после чего в строке состояний появится надпись «Виртуальные данные установлены» (Рисунок А.109).

Виртуальные данные

☐ Значения самих датчиков (Гц, мА, Ом)

1000 Расход, [м3/ч]

10 Давление абсолютное, [МПа]

100 Температура, [°K]

0 Разброс значений, [%]

60000 Время жизни данных, [сек]

Канал 1 Для какого канала данные

Для отключения установить время жизни = 0

Послать виртуальные данные в вычислитель

24.02.2025 10:07:54 | Виртуальные данные установлены

Рисунок А.109 – Строка состояний диалогового окна «Виртуальные данные»

А.11.11 В категории «Отчет» нажать кнопку «Получать данные» (рисунок А.110).

Конфигуратор, ООО Глоб

Настройка Команды Утил

Общие настройки
Настройка канала
Настройка датчиков
Отчет
Калибровка
Показания прибора

Канал 1

Получать данные

Рисунок А.110 – Кнопка «Получать данные»

А.11.12 После в категории «Показания прибора» отобразятся данные, полученные из вычислителя (рисунок А.111).

Датчик	Максимально	Среднее	T вычисления > MAX	T вычисления < MIN	НС
dT, Q, [Pa]	0,00000	0,00000	770:18:18:8	2:21:2:23	Нет
dT, P, [kPa]	0,00000	0,00000	0:0:0:4	154:22:38:48	Нет
dT, t, [C]	0,00000	0,00000	1389:8:24:14	2379:17:44:15	Нет

Расчет	Максимально	Среднее	Максимально	Минимально	НС
Q, [м³/ч]	1000	1000,00000	1000,00000	1000,00000	Нет
P, [МПа]	10	10,00000	10,00000	10,00000	Нет
t, [°C]	100	100,00000	100,00000	100,00000	Нет
Gm, [кг/ч]	22,994	22,99400	22,99400	22,99400	Нет
Qc, [м³/ч]	1130,894	1130,89380	1130,89380	1130,89380	Нет
Z, [г/грамм]	255,9835	255,98349	255,98349	255,98349	Нет

Итог	Общее	Отдельно	Наибольшее		
Ур, [м³]	5296,67	117,89	5181,58		
W, [t]	884,57	15,66	788,91		
Vc, [м³]	1183279,32	32811,85	1180068,37		

T работы кабеля	T вытеса	T вычисления		
3:28:14:11	0:2:18:38	288:13:18:47		
T вычисления	T начала работы	T работы вытеса	T вытеса вытеса	
24.02.2024 10:05:37	10.08.2023 22:40:20	2:21:53:38	554:13:28:38	

Примечание: T - время, t - температура

Общие Данные Отчет Калибровка Прибор

24.02.2024 10:05:34 | Данные из вычислителя получены

Рисунок А.111 – Данные, полученные из вычислителя

А.11.13 В категории «Показания прибора» будут отображены результаты вычислений массового расхода (G_m).

А.11.14 Вычислить значение плотности ρ , кг/м^3 , по формуле

$$\rho = \frac{G_m}{Q},$$

где G_m – массовый расход, т/ч ;

Q – значение объемного расхода, равное $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

А.11.15 Относительную погрешность вычислений, обусловленную алгоритмом вычислений в соответствии с ГОСТ Р 8.1018-2023 и его программной реализацией $\delta\%$, рассчитать для каждой полученной величины по следующей формуле

$$\delta = \frac{X - X_d}{X_d} \cdot 100,$$

где X – значение, полученное с вычислителя;

X_d – проверочное значение из Приложения Б ГОСТ Р 8.1018-2023.

А.11.16 Результаты определения относительной погрешности вычислений тепловых свойств нормального водорода, обусловленной алгоритмом вычислений в соответствии с ГОСТ Р 8.1018-2023 и его программной реализацией, считаются положительными, если полученное значение погрешности не превышает $0,02\%$.