



**ООО «СТП»**

Регистрационный № 01.00270 от 10.04.09 г.  
в Реестре аккредитованных метрологических  
служб юридических лиц

## Программный комплекс Расходомер ИСО

Руководство по эксплуатации  
на программный модуль

«Модуль расчета метрологических характеристик и расхода с  
помощью турбинных, ротационных и вихревых расходомеров и  
счетчиков по ГОСТ Р 8.740-2011»

Ver. 1.1.

Казань, 2013 г.

## Содержание

Введение

Термины и определения

Описание интерфейса программы

Порядок проведения расчетов

## Введение

Программный модуль предназначен для автоматизации проведения метрологического контроля за узлами измерений на базе турбинных, ротационных и вихревых расходомеров и счетчиков в соответствии с ГОСТ Р 8.740-2011 «ГСОЕИ. Расход и количество газа. Методика измерений при помощи турбинных, ротационных и вихревых расходомеров и счетчиков».

Программный модуль выполняет следующие функции:

1. Расчет различными методами «Т-пересчет», «рТ-пересчет», «рTZ-пересчет» и «р-пересчет» (пересчет по плотности) объемного расхода приведенного к стандартным условиям следующих газов :

- a. Природный газ;
- b. Влажный нефтяной газ;
- c. Воздух;
- d. Азот;
- e. Диоксид углерода;
- f. Аммиак;
- g. Ацетилен;
- h. Водородосодержащая смесь;
- i. Кислород;
- j. Аргон;
- k. Водород;
- l. Умеренно-сжатая газовая смесь;
- m. Другой газ.

2. Расчет относительной расширенной неопределенности измерений (при коэффициенте охвата 2) объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, при различных комбинациях применяемых средств измерений.

3. Ведение базы данных средств измерений с целью автоматизации и облегчения расчета метрологических характеристик (основной и дополнительной погрешности) применяемых средств измерений.

4. Проверка исходных данных и результатов расчета на соответствие требованиям нормативных документов, в том числе ГОСТ Р 8.740-2011.

Программный модуль имеет свидетельство о метрологической аттестации.

По всем вопросам возникающим при работе с программой или ГОСТ Р 8.740-2011 просьба обращаться по следующим контактными данным:

Метрологический центр ООО «СТП».

РФ, г. Казань, 420029, а/я 135.

Тел.: (843) 214-20-98, 214-03-76, 214-42-99, 214-45-99.

Факс (843) 227-40-10, 227-40-88.

Email: [support@ooostp.ru](mailto:support@ooostp.ru)

[www.ooostp.ru](http://www.ooostp.ru)

## Термины и определения

**Измерительный преобразователь** – Техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи.

**Измерительная цепь** – Совокупность элементов средств измерений, образующих непрерывный путь прохождения измерительного сигнала одной физической величины от входа до выхода.

Примечание. Измерительную цепь измерительной системы называют измерительным каналом

**Средство измерений** – Техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

**Абсолютная погрешность средства измерений** – Погрешность средства измерений, выраженная в единицах измеряемой физической величины.

**Относительная погрешность средства измерений** – Погрешность средства измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к результату измерений или к действительному значению измеренной физической величины.

**Приведенная погрешность средства измерений** – Относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины, постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона.

Примечание. Условно принятое значение величины называют *нормирующим значением*. Часто за нормирующее значение принимают верхний предел измерений.

**Основная погрешность средства измерений** – Погрешность средства измерений, применяемого в нормальных условиях.

**Дополнительная погрешность средства измерений** – Составляющая погрешности средства измерений, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений

**Счетчик газа:** – Техническое средство, предназначенное для измерения, регистрации и отображения (индикации) объема газа при рабочих условиях, проходящего в трубопроводе через сечение, перпендикулярное направлению потока.

**Расходомер газа** – Техническое средство, предназначенное для измерения, регистрации и отображения (индикации) объемного расхода газа при рабочих условиях.

**Корректор** – Средство измерительной техники, которое преобразовывает выходные сигналы счетчика газа, измерительных преобразователей температуры и/или давления и вычисляет объем газа, приведенный к стандартным условиям.

Примечание – Для корректора объема газа нормируют пределы допускаемой погрешности преобразования входных сигналов и погрешность вычислений.

**Вычислитель** – Средство измерительной техники, которое преобразовывает выходные сигналы средств измерений объема и расхода газа, измерительных преобразователей параметров потока и среды и вычисляет объем и расход газа, приведенные к стандартным условиям.

Примечание – Для вычислителя нормируют предел допускаемой погрешности преобразования входных сигналов и погрешность вычислений.

**Измерительно-вычислительный комплекс** – Функционально объединенная совокупность средств измерительной техники, которая преобразует выходной сигнал средства измерений объема и расхода газа при рабочих условиях, измеряет все или некоторые необходимые параметры потока и среды и вычисляет объем и расход газа, приведенные к стандартным условиям.

**Объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям** – Объемный расход газа, определенный путем пересчета объема газа при рабочих условиях, протекающего через первичный преобразователь в единицу времени, к стандартным условиям.

**Параметры состояния газа** – Величины, характеризующие состояние газа.

Примечание   В качестве параметров состояния газа приняты давление и температура газа.

**Условно-постоянная величина** – Параметр состояния газа, или физико-химический параметр, или теплофизическая характеристика, значение которого (которой) при расчетах объема газа принимают в качестве постоянной величины на определенный период времени (например, час, сутки, месяц и т.д.).

**Статическое давление газа** – Абсолютное давление движущегося газа, которое может быть измерено посредством подключения средства измерений к отверстию для отбора давления.

**Рабочие условия** – Давление и температура газа, при которых выполняют измерение его расхода и/или объема

**Стандартные условия** – Абсолютное давление газа 0,101325 МПа, температура газа 20 °С (293,15 К).

**Коэффициент сжимаемости** – Коэффициент, равный отношению фактора сжимаемости при рабочих условиях к значению фактора сжимаемости, рассчитанного при стандартных условиях.

**Узел измерений объемного расхода и объема газа (узел измерений)** – Совокупность средств измерений и обработки результатов измерений, измерительных трубопроводов, вспомогательных и дополнительных устройств, которые предназначены для измерения, регистрации результатов измерений и расчетов объема газа, приведенного к стандартным условиям.

**Стандартная неопределенность** – Неопределенность результата измерения, выраженная в виде среднего квадратического отклонения (СКО).

**Относительная стандартная неопределенность** – Отношение стандартной неопределенности к значению оценки измеряемой величины (результату измерения или среднему арифметическому результатов измерений), выраженное в процентах.

**Расширенная неопределенность** – Величина, определяющая интервал вокруг результата измерений, в пределах которого, как можно ожидать, находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могли быть приписаны измеряемой величине.

**Относительная расширенная неопределенность** – Отношение расширенной неопределенности к значению оценки измеряемой величины (результату измерения или среднему арифметическому результатов измерений), выраженное в процентах.

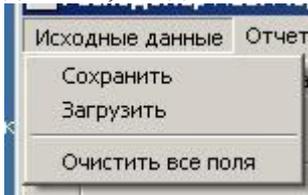
# Описание интерфейса программы

## Главное меню:

- Исходные данные;
- Отчет;
- О программе;
- Выход.



1. Меню «**Исходные данные**» предназначено для сохранения и загрузки исходных данных, введенных в программу.

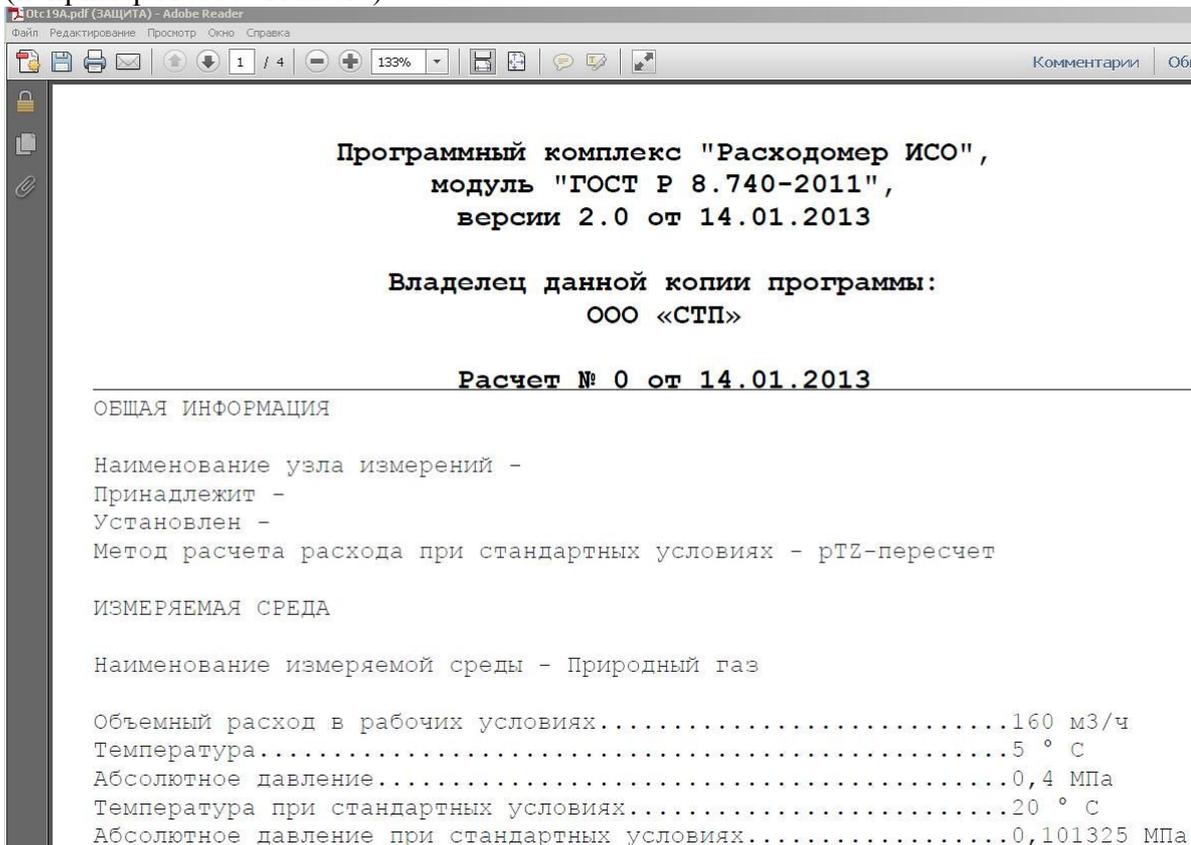


«Сохранить» - **сохранение** исходных данных в файле с расширением \*.ptz в выбранном пользователем каталоге.

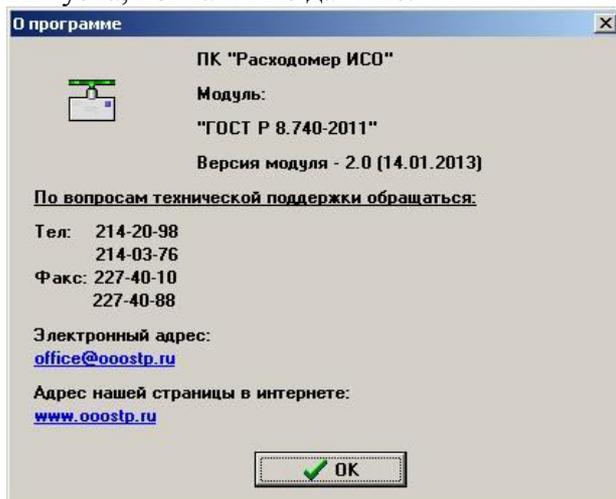
«Загрузить» - **загрузка** исходных данных из файла с расширением \*.ptz в выбранном пользователем каталоге.

«Очистить все поля» - перевод всех списков программы в начальную (первую) позицию и очистка (обнуление, затирание) всех редактируемых полей программы.

2. Меню «**Отчет**» предназначено для формирования отчета по результатам расчетов. Отчет формируется в pdf файле и защищен от изменений. При необходимости файл отчета может быть сохранен в любой директории или отправлен по электронной почте. Открытие файла отчета возможно при наличии на компьютере программы для просмотра pdf файлов. (например Adobe® Reader®)



3. Меню «**О программе**» содержит информацию о модуле: наименование, версию и дату выпуска, контактные данные.



4. Меню «**Выход**» предназначено для закрытия программы.

#### Кнопка **Вычислить**.

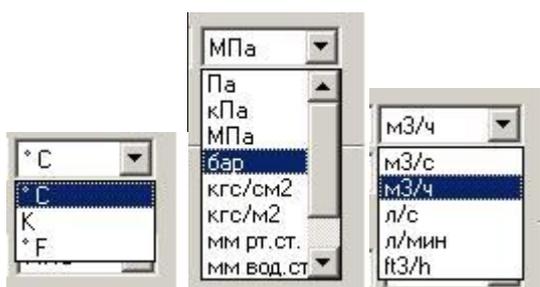
Кнопка вычислить предназначена для отображения основных результатов вычислений. Данная кнопка может быть нажата на любом этапе внесения данных. Результаты отобразятся лишь при условии корректности введения исходных данных.



#### Общие положения:

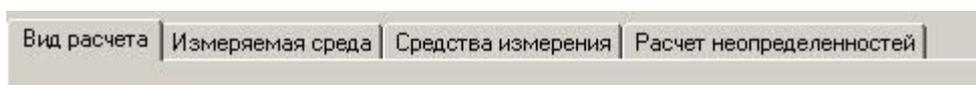
В программе реализована возможность указания различных единиц измерений:

- для температуры: °C, K, °F;
- для давления: Па, кПа, МПа, бра, кгс/см<sup>2</sup>, кгс/м<sup>2</sup>, мм рт.ст., мм вод.ст., дюйм вод. ст., PSI;
- для расхода: м<sup>3</sup>/с, м<sup>3</sup>/ч, л/с, л/ч, ft<sup>3</sup>/h.



#### Вкладки программы

- Вид расчета;
- Измеряемая среда;
- Средства измерений;
- Расчет неопределенностей.



Вкладки «Средства измерений» и «Расчет неопределенностей» доступны только при установке галочки «Выполнить расчет неопределенности».

1. На вкладке «Вид расчета» указывается:

- Наименование узла измерений;
- Наименование организации принадлежащей узел измерений;
- Место установки узла измерений;
- ФИО оператора проводящего расчет;
- Порядковый номер расчета.

Расходомер ИСО: Модуль ГОСТ Р 8.740-2011: 000 «СТП»

Исходные данные | Отчет | О программе | Выход

Вид расчета | Измеряемая среда | Средства измерения | Расчет неопределенностей

Наименование узла измерений

Принадлежит

Установлен

Исполнитель

Номер расчета 0

Метод расчета объемного расхода газа при стандартных условиях

T-пересчет

pT-пересчет

pTZ-пересчет

пересчет по плотности

Расчет неопределенностей

Выполнить

Уровень точности измерений Д

Вычислить

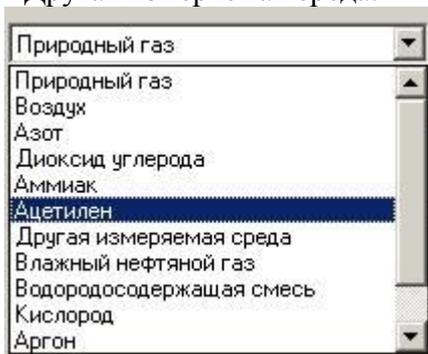
На вкладке выбирается метод расчета объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, принятом на данном узле измерений. Согласно ГОСТ Р 8.740-2011 различают 4 метода расчета:

- 1)  $T$  – пересчет, применяется для газов низкого давления до 0,005 МПа (0,051 кгс/см<sup>2</sup>);
- 2)  $pT$  – пересчет, применяется для однокомпонентных газов или для многокомпонентных газов со стабильным составом;
- 3)  $pTZ$  – пересчет, применяется для газов имеющих данные о коэффициенте сжимаемости;
- 4)  $\rho$  – пересчет (пересчет по плотности), применяют для газов для которых отсутствуют данные о коэффициенте сжимаемости или точность расчетных методов не удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 8.740.

На вкладке в разделе «Расчет неопределенностей» указывается выполнять или нет расчет неопределенностей объемного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям. Там же выбирается уровень точности измерений. Согласно ГОСТ Р 8.740 различают пять уровней точности: А ( $U'_{qc} = 0,75 \%$ ), Б ( $U'_{qc} = 1,0 \%$ ), В ( $U'_{qc} = 1,5 \%$ ), Г ( $U'_{qc} = 2,5 \%$ ), Д ( $U'_{qc} = 4,0 \%$ ).

2. На вкладке «Измеряемая среда» из списка выбирается тип измеряемой среды:

- Природный газ;
- Воздух;
- Азот;
- Диоксид углерода;
- Аммиак;
- Ацетилен;
- Влажный нефтяной газ;
- Водородосодержащая смесь;
- Кислород;
- Аргон;
- Водород;
- Умеренно-сжатая газовая смесь;
- Другая измеряемая среда.



Расходомер ИСО: Модуль ГОСТ Р 8.740-2011: 000 «СТП»

Исходные данные Отчет О программе Выход

Вид расчета Измеряемая среда Средства измерения Расчет неопределенностей

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости  
AGA8-92DC (ГОСТ 30319-96)

Стандартные условия  
Температура 20 °С  
Давление 0,101325 МПа

Рабочие условия  
Расход 160 м<sup>3</sup>/ч  
Температура 5 °С  
Абсолютное давление 0,4 МПа  
 Вводится абсолютное давление

Состав газа  
отн. стан. неопределенность, %

№	Компонент	Содерж.,%	Основ.	Доп.
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	0	0	0
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	0	0	0
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0	0	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0	0	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0	0	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0	0	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0	0	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0	0	0
9	Гелий(He)	0	0	0
10	Кислород(O <sub>2</sub> )	0	0	0
11	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0	0	0
12	и-Пентан(и-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0	0	0

Сумма компонентов: 0

Единицы измерения молярные %

Принять за условно-постоянный параметр

**Вычислить**

В зависимости от выбранного метода расчета объемного расхода, приведенного к стандартным условиям (далее метода) и типа среды на вкладке «Измеряемая среда» указываются:

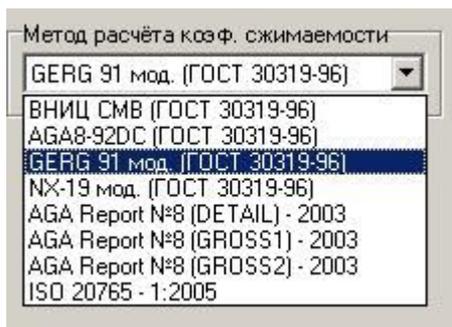
- коэффициент сжимаемости среды;
- плотность среды при стандартных условиях кг/м<sup>3</sup> и плотность среды при рабочих условиях кг/м<sup>3</sup>;
- метод расчета коэффициента сжимаемости;
- параметры влажности газа.

При выборе метода «pTZ – пересчет» для многокомпонентных газовых смесей (природный газ (кроме методов расчета коэф. сжимаемости GERG 91 мод. и NX 19 мод.), влажный нефтяной газ, водородосодержащая смесь, умеренно-сжатая газовая смесь) указывается полный компонентный состав смеси в молярных или объемных %. Сумма всех компонентов должна быть равна 100 %. Для влажного нефтяного газа дополнительно выбирается тип влажности (абсолютная кг/м<sup>3</sup>, относительная %, компонент мол. % или об. %), температура и абсолютное давление газа при которых была определена влажность.

Для природного газа из списка выбирается метод расчета коэффициента сжимаемости:

- ВНИЦ СМВ (ГОСТ 30319-96);
- AGA 8-92DC (ГОСТ 30319-96);
- GERG 91 мод. (ГОСТ 30319-96);
- NX-19 мод. (ГОСТ 30319-96);

- ГОСТ Р 8.662-2009 (ИСО 20765-1:2005).



Для методов GERG 91 мод. и NX-19 мод. указываются параметры газа:

- плотность при стандартных условиях;
- содержание азота, мол. %;
- содержание двуокси углерода, мол. %.

Указываются значения параметров (температура и давление газа) которые считаются стандартными. Стандартные условия согласно ГОСТ Р 8.740: Абсолютное давление газа 0,10135 МПа, температура газа 20 °С (293,15 К).

Указываются рабочие параметры газа:

- объемный расход;
- средняя температура;
- среднее избыточное или абсолютное давление;
- барометрическое (атмосферное) давление.

3. На вкладке «**Средства измерений**» указываются технические и метрологические характеристики средств измерений применяемых на узле измерений.

Расходомер ИСО: Модуль ГОСТ Р 8.740-2011: 000 «СТП»

Исходные данные Отчет О программе Выход

Вид расчета | Измеряемая среда | Средства измерения | Расчет неопределенностей

Счетчик | Физические свойства | Давление | Температура | Вычислитель/корректор

Пределы измерения объемного расхода в рабочих условиях

Наименование прибора: Расходомер RVG G100

Мин.: 3,2

Макс.: 160

Единица измерения: м3/ч

Метод расчета: Несколько диапазонов погрешностей

относительная погрешность, %

	Осн.	Доп.
От 1 * Qmin до 0,1 * Qmax	0,1	2
От 0,1 * Qmax до 1 * Qmax	1	0
От 1 * Qmax до Qmax	0	0

Преобразование выходного сигнала счетчика

	Осн.	Доп.
отн. стан. неопределенность, %	0	0

**Вычислить**

Общие положения.

Формат введения метрологической характеристики СИ может быть следующим:

- метрологическая характеристика задается одним значением;
- метрологическая характеристика задается в виде формулы;
- только для счетчика, метрологическая характеристика задается несколькими значениями в зависимости от диапазона измерения.

Тип метрологической характеристики СИ, основной и дополнительной может быть следующим:

- относительная стандартная неопределенность, %;
- относительная погрешность, %;
- абсолютная погрешность;
- приведенная погрешность, %.

Несколько диапазонов погрешностей

Погрешность задается значением  
Погрешность задается формулой  
Несколько диапазонов погрешностей

относительная погрешность, %  
отн. стан. неопределенность, %  
относительная погрешность, %  
абсолютная погрешность  
приведенная погрешность, %

Количество и наполнение вкладок зависит от выбранного метода расчета объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям.

- 1) При «Т-пересчете», «рТ-пересчете» и «рTZ-пересчете» доступны вкладки:
- Счетчик;

- Физические свойства;
- Давление;
- Температура;
- Вычислитель/корректор.

2) При «р - пересчете» доступны вкладки:

- Счетчик;
- Физические свойства;
- Вычислитель/корректор.

На вкладке «Счетчик» указывается:

- Наименование счетчика (необязательный параметр);
- Пределы измерений объемного расхода в рабочих условиях, минимальное и максимальное значение;
- Формат введения метрологической характеристики счетчика;
- Тип метрологической характеристики;
- Значение метрологической характеристики, основной и дополнительной;
- Характеристики преобразования выходного сигнала счетчика:
  - Тип метрологической характеристики;
  - Значение метрологической характеристики, основной и дополнительной;

Расходомер ИСО: Модуль ГОСТ Р 8.740-2011: 000 «СТП»

Исходные данные Отчет О программе Выход

Вид расчета | Измеряемая среда | Средства измерения | Расчет неопределенностей

Счетчик | Физические свойства | Давление | Температура | Вычислитель/корректор

Пределы измерения объемного расхода в рабочих условиях

Наименование прибора Мин. Макс. м3/ч Несколько диапазонов погрешностей

Расходомер RVG G100 3,2 160

относительная погрешность, %

	Отн. стан. неопределенность, %	Осн.	Доп.
От 1 * Q <sub>min</sub> до	0,1	2	0
От 0,1 * Q <sub>max</sub> до	1	1	0
От 1 * Q <sub>max</sub> до		0	0

Преобразование выходного сигнала счетчика

	Осн.	Доп.
отн. стан. неопределенность, %	0	0

**Вычислить**

На вкладке «Физические свойства» указывается:

1) При «Т-пересчете» и «рТ-пересчете» диапазоны изменений значений коэффициента сжимаемости газа, минимальное и максимальное.

2) При «р - пересчете» указывается:

Для СИ плотности в стандартных условиях:

- Наименование преобразователя плотности (плотномер) (необязательный параметр);
- Тип метрологической характеристики плотномера;
- Значение метрологической характеристики плотномера, основной и дополнительной;
- Наименование 1-го после плотномера преобразователя плотности;
- Тип метрологической характеристики 1-го преобразователя;
- Значение метрологической характеристики 1-го преобразователя, основной и дополнительной;
- Наименование 2-го после плотномера преобразователя плотности;
- Тип метрологической характеристики 2-го преобразователя;
- Значение метрологической характеристики 2-го преобразователя, основной и дополнительной;
- является ли плотность условно-постоянной величиной;
- фактический диапазон изменений плотности при стандартных условиях.

Для СИ плотности в рабочих условиях:

- Наименование преобразователя плотности (плотномер);
- Тип метрологической характеристики плотномера;
- Значение метрологической характеристики плотномера, основной и дополнительной;
- Наименование 1-го после плотномера преобразователя плотности;
- Тип метрологической характеристики 1-го преобразователя;
- Значение метрологической характеристики 1-го преобразователя, основной и дополнительной;
- Наименование 2-го после плотномера преобразователя плотности;
- Тип метрологической характеристики 2-го преобразователя;
- Значение метрологической характеристики 2-го преобразователя, основной и дополнительной.

3) При «рTZ-пересчете» указывается:

Для методов NX19 мод. и GERG91 мод.:

Для СИ плотности в стандартных условиях:

- Наименование преобразователя плотности (плотномер);
- Тип метрологической характеристики плотномера;
- Значение метрологической характеристики плотномера, основной и дополнительной;
- Наименование 1-го после плотномера преобразователя плотности;
- Тип метрологической характеристики 1-го преобразователя;
- Значение метрологической характеристики 1-го преобразователя, основной и дополнительной;
- Наименование 2-го после плотномера преобразователя плотности;
- Тип метрологической характеристики 2-го преобразователя;
- Значение метрологической характеристики 2-го преобразователя, основной и дополнительной;
- является ли плотность условно-постоянной величиной;
- фактический диапазон изменений плотности при стандартных условиях.

Для компонентного состава:

- Тип метрологической характеристики компонента;
- Значение метрологической характеристики компонента, основной и дополнительной;
- является ли компонент условно-постоянной величиной;
- фактический диапазон изменений компонентного состава.

Для «Другой измеряемой среды»:

- Тип метрологической характеристики коэффициента сжимаемости;
- Значение метрологической характеристики коэффициента сжимаемости, основной и дополнительной;
- является ли коэффициент сжимаемости условно-постоянной величиной;
- фактический диапазон изменений коэффициента сжимаемости.

Расходомер ИСО: Модуль ГОСТ Р 8.740-2011: 000 «СТП»

Исходные данные | Отчет | Программа | Выход

Вид расчета | Измеряемая среда | Средства измерения | Расчет неопределенностей

Счетчик | Физические свойства | Давление | Температура | Вычислитель/корректор

Плотность | Сокращенный состав

Плотность при стандартных условиях

	Наименование прибора		Осн.	Доп.
Плотномер		относительная погрешность, %	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> 1-й преобразователь		отн. стан. неопределенность, %	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> 2-й преобразователь		отн. стан. неопределенность, %	0	0

Принять за условно-постоянный параметр

**Вычислить**

На вкладке «Давление» указывается:

1) Для СИ избыточного и абсолютного давления:

- Наименование преобразователя давления (манометра) (необязательный параметр);
- Верхний предел измерений манометра;
- Формат введения метрологической характеристики манометра;
- Тип метрологической характеристики манометра;
- Значение метрологической характеристики манометра, основной и дополнительной;
  
- Наименование 1-го после манометра преобразователя давления;
- Верхний предел измерений 1-го преобразователя;
- Формат введения метрологической характеристики 1-го преобразователя;
- Тип метрологической характеристики 1-го преобразователя;
- Значение метрологической характеристики 1-го преобразователя, основной и дополнительной;
  
- Наименование 2-го после манометра преобразователя давления;

- Верхний предел измерений 2-го преобразователя;
- Формат введения метрологической характеристики 2-го преобразователя;
- Тип метрологической характеристики 2-го преобразователя;
- Значение метрологической характеристики 2-го преобразователя, основной и дополнительной;

- является ли давление условно-постоянной величиной;
- фактический диапазон изменений давления газа.

2) Для СИ барометрического (атмосферного) давления:

- Наименование преобразователя барометрического давления (необязательный параметр);
- Диапазон измерений преобразователя барометрического давления;
- Формат введения метрологической характеристики преобразователя барометрического давления;
- Тип метрологической характеристики преобразователя барометрического давления;
- Значение метрологической характеристики преобразователя барометрического давления, основной и дополнительной;
- является ли барометрическое давление условно-постоянной величиной;
- фактический диапазон изменений барометрического давления окружающего воздуха.

Расходомер ИСО: Модуль ГОСТ Р 8.740-2011: 000 «СТП»

Исходные данные | Отчет | О программе | Выход

Вид расчета | Измеряемая среда | Средства измерения | Расчет неопределенностей

Счетчик | Физические свойства | Давление | Температура | Вычислитель/корректор

Абсолютное давление

Наименование прибора: Манометр | Верхний предел измерения: 0,5 МПа | Погрешность задается значением: относительная погрешность, %

Осн. Доп.

относительная погрешность, % | 0,1 | 0

Наименование прибора | Осн. | Доп.

1-й преобразователь | | отн. стан. неопределенность, % | 0 | 0

2-й преобразователь | | отн. стан. неопределенность, % | 0 | 0

Принять за условно-постоянный параметр

**Вычислить**

На вкладке «Температура» указывается:

- Наименование преобразователя температуры (термометр) (необязательный параметр);

- Верхний предел измерений термометра;
- Формат введения метрологической характеристики термометра;
- Тип метрологической характеристики термометра;
- Значение метрологической характеристики термометра, основной и дополнительной;
  
- Наименование 1-го после термометра преобразователя температуры;
- Верхний предел измерений 1-го преобразователя;
- Формат введения метрологической характеристики 1-го преобразователя;
- Тип метрологической характеристики 1-го преобразователя;
- Значение метрологической характеристики 1-го преобразователя, основной и дополнительной;
  
- Наименование 2-го после манометра преобразователя температуры;
- Верхний предел измерений 2-го преобразователя;
- Формат введения метрологической характеристики 2-го преобразователя;
- Тип метрологической характеристики 2-го преобразователя;
- Значение метрологической характеристики 2-го преобразователя, основной и дополнительной;
  
- является ли давление условно-постоянной величиной;
- фактический диапазон изменений температуры газа.

Расходомер ИСО: Модуль ГОСТ Р 8.740-2011: 000 «СТП»

Исходные данные | Отчет | О программе | Выход

Вид расчета | Измеряемая среда | Средства измерения | Расчет неопределенностей

Счетчик | Физические свойства | Давление | Температура | Вычислитель/корректор

Термометр

Наименование прибора:

Диапазон измерений средства измерения: от  до  °C

Погрешность задается значением:

Осн. Доп.

абсолютная погрешность:

1-й преобразователь

Принять за условно-постоянный параметр

**Вычислить**

На вкладке «Вычислитель/корректор» указывается:

- Наименование вычислителя (необязательный параметр);
- Тип метрологической характеристики вычисления объемного расхода, приведенного к стандартным условиям;
- Значение метрологической характеристики вычисления расхода, основной и дополнительной.

Наименование вычислителя	Осн.	Доп.
ЕК270	относительная погрешность, %	0.02
		0

**Вычислить**

4. На вкладке «**Расчет неопределенностей**» указываются параметры, при которых необходимо рассчитать значения объемного расхода приведенного к стандартным условиям и соответствующие им неопределенности.

Расходомер ИСО: Модуль ГОСТ Р 8.740-2011: 000 «СТП»

Исходные данные Отчет О программе Выход

Вид расчета | Измеряемая среда | Средства измерения | Расчет неопределенностей

Контрольные точки

По объемному расходу газа в раб. усл.

160	м3/ч
140	м3/ч
80	м3/ч
16,1	м3/ч
16	м3/ч
3,2	м3/ч

Диапазон изменения температуры

от -20 до 30 °C

Диапазон изменения избыточного давления

от 0,2 до 0,4 МПа

Относительная расширенная неопределенность измерения расхода газа при станд. усл.

Температура, °C	-20	-20	5	30	30	
Абсолютное давление, МПа	0,2	0,4	0,4	0,2	0,4	
Расход газа	Расход газа при стандартных условиях, м3/ч					
	м3/ч	Относительная расширенная неопределенность определения расхода, %				
160	100	367,322 1,01	739,401 1,01	670,65 1,01	305,842 1,01	613,809 1,01
140	87,5	321,407 1,01	646,976 1,01	586,819 1,01	267,612 1,01	537,083 1,01
80	50	183,661 1,01	369,701 1,01	335,325 1,01	152,921 1,01	306,904 1,01
16,1	10,0625	36,9618 1,01	74,4022 1,01	67,4842 1,01	30,7754 1,01	61,7645 1,01
16	10	36,7322 1,01	73,9401 1,01	67,065 1,01	30,5842 1,01	61,3809 1,01
3,2	2	7,34644 2,01	14,788 2,01	13,413 2,01	6,11685 2,01	12,2762 2,01

Максимальная неопределенность при выбранном уровне точности, % 4

Очистить таблицу      Заполнить таблицу

**Вычислить**

На вкладке указываются:

- контрольные точки по объемному расходу газа в рабочих условиях;
- диапазон изменения температуры газа;
- диапазон изменения давления газа.

Кнопка «Очистить таблицу» предназначена для затирания полей таблицы от данных предыдущих расчетов.

Кнопка «Заполнить таблицу» предназначена для расчета значений таблицы: объемного расхода, приведенного к стандартным условиям и соответствующих данному расходу значений относительной расширенной неопределенности расхода в %.

Значение «Максимальной неопределенности при выбранном уровне точности, %» устанавливается автоматически в зависимости от выбранного уровня точности измерений, в соответствии со значениями указанными в ГОСТ Р 8.740-2011.

В случае если давление и/или температура приняты за условно-постоянный параметр, то соответствующие значения контрольных точек по давлению и/или температуре не указываются, а таблица неопределенностей рассчитывается только по средним значениям.

## Порядок проведения расчетов

### 1. Расчет объемного расхода газа приведенного к стандартным условиям.

1. На вкладке «Вид расчета» указывается Наименование узла измерений, его Принадлежность, Место установки, ФИО пользователя программы, вносящего данные для расчета и номер расчета.

Согласно ГОСТ Р 8.740 выбирается «Метод расчета объемного расхода газа при стандартных условиях» в зависимости от уровня точности измерений, максимального расхода при рабочих условиях, максимального избыточного давления и измеряемой среды.

После внесения всех данных переходят на следующую вкладку «Измеряемая среда».

2. На вкладке «Измеряемая среда» выбирается тип измеряемой среды.

Для «Т-пересчета» и «рТ-пересчета» для всех типов сред указывается значение коэффициента сжимаемости, используемое в вычислителе/корректоре или при ручных расчетах; для «р - пересчета» указывается среднее значение плотности газа при стандартных и рабочих условиях характерное для данного узла измерений.

Для «рTZ-пересчета» для среды «Природный газ» дополнительно выбирается метод расчета коэффициента сжимаемости, аналогично методу, используемому в вычислителе/корректоре.

Для методов расчета коэффициента сжимаемости NX-19 мод. и GERG-91 мод. вносятся средние значения плотности газа при стандартных условиях и среднее (типовое) компонентное содержание азота и двуокиси углерода в молярных или объемных процентах характерное для данного узла измерений. Для остальных методов (ВНИЦ СМВ, AGA 8, ГОСТ Р 662) вносится среднее содержание компонентов природного газа, в молярных или объемных процентах. Сумма компонентов должна быть равна 100, данное условие можно проконтролировать в соответствующем окне.

Выбор того или иного метода расчета коэффициента сжимаемости зависит от дальнейшего использования газа и регламентируется ГОСТ 30319 и ГОСТ Р 8.662. Там же указаны области применимости данных методов.

Для многокомпонентных сред, алгоритмы: «Влажный нефтяной газ, Водородосодержащие смеси, Умеренно-сжатая газовая смесь» вносится компонентный состав характерный для данного газа.

Для алгоритма «Влажный нефтяной газ» дополнительно указывается тип определения влажности (относительная или абсолютная, кг/м<sup>3</sup>), а так же параметры (температура и абсолютное давление) при которых была определена влажность.

Для однокомпонентных газовых сред: «Воздух, Азот, Диоксид углерода, Аммиак, Ацетилен, Кислород, Аргон, Водород» дополнительные параметры не указываются.

Для расчета объемного расхода приведенного к стандартным условиям газов, не представленных в списке сред, и для газов, имеющих параметры (температура, давление, компонентный состав и т.п.) выходящие за допустимые границы применения алгоритмов расчета коэффициента сжимаемости в списке сред выбирают «Другая измеряемая среда». При этом для «р - пересчета» указывается среднее значение плотности в рабочих и стандартных условиях, а для остальных методов среднее значение коэффициента сжимаемости.

На этой же вкладке указываются параметры стандартных условий: для территории РФ – абсолютное давление 0,101325 МПа, температура 20 °С (293,15 К).

В разделе «Рабочие условия» указываются значение объемного расхода в рабочих условиях, которое необходимо пересчитать (скорректировать) к стандартным условиям, а так же средние (типовые) значения температуры и давления газа. Если на узле измерений применяется средство измерения абсолютного давления, то ставится соответствующая галочка. В противном случае необходимо указать атмосферное (барометрическое) давление.

После внесения всех данных и нажатия кнопки «Вычислить» программа проведет проверку исходные данные на корректность. В случае успешной проверки выйдет окно с основными результатами вычислений (значение коэффициента сжимаемости, фактора сжимаемости и объемного расхода, приведенного к стандартным условиям). В случае если какой-либо параметр некорректен (пустое поле и т.п.), выходит за допустимый диапазон применения или не соответствует положениям ГОСТ Р 8.740-2011, то программа выдаст сообщение об ошибке с ее кратким описанием.

Для формирования отчета по результатам вычислений необходимо нажать кнопку «Отчет – Просмотр» в верхнем меню. В отчете указаны все введенные пользователем данные, а так же результаты расчетов (отмечены символом «\*»).

## **2. Расчет неопределенности измерения расхода газа.**

1. Проводится расчет объемного расхода газа приведенного к стандартным условиям, в соответствии с разделом 1 данной главы.

2. На вкладке «Вид расчета» в разделе «Расчет неопределенностей» ставится галочка «Выполнить». При этом появятся дополнительные вкладки: «Средства измерения», «Расчет неопределенностей».

В этом же разделе выбирается уровень точности измерений (А, Б, В, Г, Д).

На вкладке «Измеряемая среда» для многокомпонентных газов, вместе с вводом компонентного состава необходимо внести погрешность (неопределенность) ее определения. В случае если на узле измерений компонентный состав принят за условно-постоянную величину, то ставится соответствующая галочка, а так же минимальные и максимальные значения компонентов. Минимальные и максимальные значения компонентов могут быть определены по результатам статистического анализа предыдущих результатов хроматографии, либо по экспертной оценке.

На вкладке «Средства измерений» при расчете неопределенности узла измерений на базе Измерительно-вычислительного комплекса (далее ИВК) ставится галочка «Применяется ИВК». Если ИВК включает в себя счетчик, то ставится соответствующая галочка. Если метрологические характеристики ИВК нормированы с учетом неопределенности расчета коэффициента сжимаемости, то ставится соответствующая галочка. Данные действия выполняются после тщательного анализа технической документации: описание типа средства измерений (приложение к свидетельству об утверждении типа), руководство по эксплуатации и т.д.

2.1 Расчет неопределенности измерения расхода газа с помощью средств измерений не объединенных в ИВК.

На вкладке «Счетчик» указывается: наименование расходомера/счетчика; пределы измерений счетчика; метрологические характеристики счетчика; метрологические характеристики преобразования выходного сигнала расходомера/счетчика (погрешность канала преобразования корректора/вычислителя по вводу сигнала со счетчика).

На вкладке «Физические свойства» указывается: наименование плотномера и/или хроматографа, а так же при наличии последующих преобразователей; метрологические характеристики плотномера и/или хроматографа, а так же при наличии последующих преобразователей.

*Зачастую физические свойства газа не могут быть определены в режиме реального времени, поэтому их значения принимают за условно-постоянную величину.*

*При этом возникает дополнительная неопределенность, которую необходимо учитывать в итоговом значении.*

Для расчета неопределенности от принятия параметра за условно-постоянную величину необходимо поставить соответствующую галочку, а так же внести минимальное и максимальное значение. Данные значения могут определены по результатам статистического анализа, либо по экспертной оценке.

На вкладке «Давление» указывается: наименование СИ давления и при наличии последующих преобразователей; верхний предел измерения давления; метрологические характеристики СИ давления и при наличии последующих преобразователей. Если на узле измерений установлен преобразователь избыточного давления, то дополнительно указывается: наименование СИ барометрического давления и при наличии последующих преобразователей; метрологические характеристики СИ барометрического давления и при наличии последующих преобразователей. Если СИ барометрического давления отсутствует (не измеряется), то ставится галочка «Принять за условно-постоянный параметр» и вносится минимальное и максимальное значение, характерное для данной местности. Данные значения могут быть запрошены в местном отделе гидроцентра, определены по строительным нормам или по экспертной оценке.

На вкладке «Температура» указывается: наименование СИ температуры и при наличии последующих преобразователей; диапазон измерения температуры; метрологические характеристики СИ температуры и при наличии последующих преобразователей.

На вкладке «Вычислитель» указывается: наименование вычислителя/корректора и его метрологические характеристики.

После внесения всех данных и нажатия кнопки «Вычислить» программа проведет проверку исходные данные на корректность. В случае успешной проверки выйдет окно с основными результатами вычислений (значение коэффициента сжимаемости, фактора сжимаемости и объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, относительную расширенную неопределенность измерения объемного расхода при стандартных условиях). В случае если какой-либо параметр некорректен (пустое поле и т.п.), выходит за допустимый диапазон применения или не соответствует положениям ГОСТ Р 8.740-2011, то программа выдаст сообщение об ошибке с ее кратким описанием. Указанная в данном окне неопределенность объемного расхода при стандартных условиях рассчитана при рабочих параметрах, введенных на вкладке «Измеряемая среда».

Для оценки изменения неопределенности объемного расхода при стандартных условиях от изменения рабочей температуры и давления газа необходимо перейти на вкладку «Расчет неопределенностей». На данной вкладке указываются контрольные точки (расход в рабочих условиях, температура и давление) в которых будут рассчитываться значения объемного расхода приведенного к стандартным условиям, а так же неопределенности измерения соответствующих расходов.

Указываются значения объемного расхода в рабочих условиях в процентах от верхнего предела измерения расходомера/счетчика, либо в единицах объемного расхода ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ). Указывается минимальное и максимальное давление и температуру газа в трубопроводе. Данные значения определяются по статическому анализу, технологическому режиму работы, либо по экспертной оценке.

После внесения всех данных и нажатия кнопки «Заполнить таблицу» программа проведет проверку исходные данные на корректность. В случае успешной проверки программа заполнит таблицу. В случае если какой-либо параметр некорректен (пустое поле и т.п.), выходит за допустимый диапазон применения или не соответствует положениям ГОСТ Р 8.740-2011, то программа выдаст сообщение об ошибке с ее кратким описанием. Если рассчитанная неопределенность превысит предельную неопределенность, соответствующую заданному уровню точности измерений, то ячейка заполнится символами «---».

Для формирования отчета по результатам вычислений необходимо нажать кнопку «Отчет – Просмотр» в верхнем меню. В отчете указаны все введенные пользователем данные, а так же результаты расчетов (отмечены символом «\*»).