

## Техническое задание

на дополнительный расчёт состава и свойств газа с неуглеводородными компонентами для ПО "Хромос"

филиал ЗПКТ ООО "Газпром переработка "

### Введение

Данный расчёт основан на стандарте организации СТО ТюменНИИгипрогаз 02-04-2009.

### Чего не будет в программе

В расчёте не будут рассматриваться компоненты, имена которых не попали в таблицу 1. Такие пики будут просто отброшены. Тем не менее, расчёт предоставляет возможность оператору добавить/удалить/изменить данные в данной таблице.

Хроматограммы, полученные в разное время, не будут участвовать в расчёте и будут отброшены.

Некорректные хроматограммы тоже отбрасываются. Более подробно о некорректных хроматограммах см. разделы "Необходимые условия расчёта" и "Ошибки и предупреждения дополнительного расчёта".

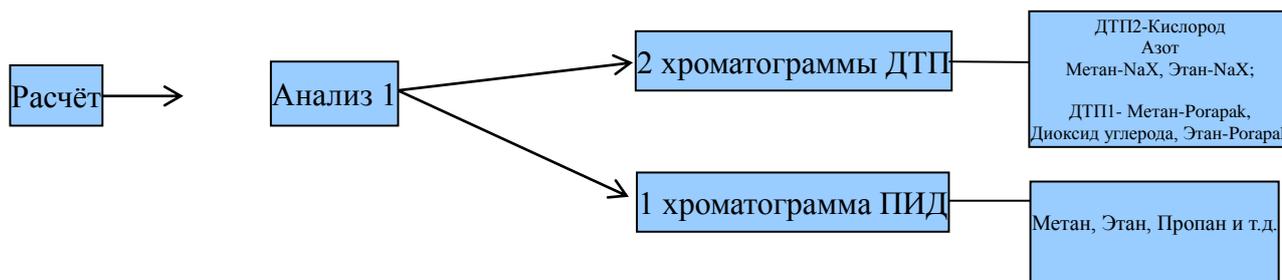
Расчёт будет корректен только если газ носитель в ДТП будет гелий, поскольку для других газов будут иные объёмные коэффициенты чувствительности.

### Необходимые условия расчёта

Расчёт может быть произведён если в одной хроматограмме из трёх присутствуют компоненты "Метан-NaX", "Этан-NaX", "Метан-Porapak", "Этан-Porapak" и "Метан-Rtx", "Этан-Rtx" сразу. Эти вещества служат для шивки компонентов с колонок NaX, Porapak и капиллярной колонки, и определения принадлежности данной хроматограммы к анализу на ДТП и ПИД.

Расчёт возможен, если во всех хроматограммах из трёх присутствует одно или несколько веществ из группы {Метан, Этан}. Другими словами хотя бы одно из веществ, перечисленных выше должно присутствовать сразу в трёх хроматограммах.

В списке хроматограмм должна присутствовать хотя бы одна тройка хроматограмм составляющих один анализ. Хроматограммы будут составлять тройку и считаться за один анализ, если время начала анализа (см. паспорт на хроматограмму) имеет разницу не более 10 секунд). Другими словами эти хроматограммы должны записываться одновременно. На самом деле программа Хромос при синхронном запуске двух хроматограмм записывает время анализа в эти хроматограммы с разницей в 1 (одну) секунду, что будет корректно воспринято данным дополнительным расчётом.



## Интерфейс

В верхней части будет представлен список, в который можно будет добавлять как хроматограммы выполненные на ДТП, так и хроматограммы полученные с детектора ПИД (по паре на каждый анализ). Хроматограммы в нём будут отсортированы..

Ниже отображаются компонентный состав газа и компонентно-фракционный состав газ.

Снизу показана молекулярная масса газа, его сжимаемость и плотность. Здесь же отображаются ошибки и предупреждения, выявленные в ходе расчёта.

## Совместная работа с программой Хромос

На программу Хромос возложены следующие обязанности:

- синхронная запись хроматограмм с ДТП и ПИД (три на каждый анализ);
- автоматическая или ручная разметка полученных хроматограмм;
- идентификация веществ с помощью логарифмических индексов Ковача;

Идентификация компонентов будет вестись с помощью логарифмических индексов Ковача, поскольку такая идентификация хорошо работает даже в таких сложных анализах как анализ бензинов.

## Расчет хроматограммы с капиллярной колонкой и ДИП.

На хроматограмме записанной с применением капиллярной колонки и ДИП регистрируются пики углеводородных компонентов от C1 до C9. После проведения индивидуальной идентификации и определения площади компонентов в диапазоне от C1 до n-C9 ПО "Хромос". Площадь, соответствующая компонентам старше n-C9 должна автоматически размечаться на участки, соответствующие фракциям. При этом положение границ фракций по температуре кипения  $t_i^{кин}$  определяется методом линейной интерполяции - по времени  $\tau_i$  относительно времен элюирования  $\tau_n$  и  $\tau_{n+1}$  и температуре кипения  $t_n$  и  $t_{n+1}$  ближайших нормальных парафинов и вычисляется по формуле, мин:

$$\tau_i = \tau_n + (\tau_{n+1} - \tau_n) \cdot \frac{(t_i - t_n)}{(t_{n+1} - t_n)}$$

1	Коэффициент чувствительности ДИП	$ak_i^{чувств\ ДИП} = \frac{MM_i}{N_i}$	Для компонентов
2	Относительный коэффициент чувствительности ДИП	$k_i^{чувств\ ДИП} = \frac{ak_i^{чувств\ ДИП}}{ak_{n-C5}^{чувств\ ДИП}}$	Для компонентов
3	Относительный коэффициент чувствительности ДИП	$k_i^{чувств\ ДИП} = 1.27739 \cdot (T_i^{кин})^{-0.04411}$	Для фракций
4	Молекулярная масса	$MM_i$	Для компонентов
5	Число атомов углерода в молекуле	$N_i$	Для компонентов
6	Время элюирования	$\tau_i$	Для компонентов
7	Температура кипения при 760 мм.рт.ст.	$T_i^{кин} = t_i^{кин} + 273.15$	Для компонентов и фракций
8	Время границы фракции выше 150°C	$\tau_i = \tau_n + (\tau_{n+1} - \tau_n) \cdot \frac{(t_i - t_n)}{(t_{n+1} - t_n)}$	в зависимости от параметров окружающих ее нормальных парафинов
9	Высота пика компонента	$h_i$	или %
10	Площадь пика компонента	$S_i$	1/мин

Другими словами в хроматограммах, полученных с помощью программы Хромос необходимо лишь разметить пики и идентифицировать компоненты. Из этих хроматограмм берутся лишь имена компонентов и площади пиков и фракций, размеченных автоматически ПО "Хромос" исходя их времени и температур кипения нормальных парафинов с числом атомов углерода выше 9.

*Называть компоненты и фракции необходимо так, как указано в таблице 1 с точностью до буквы. Буквы в названии компонента C5 C6 C7 являются русскими "эс", а не английскими [si:]. Пробелы и дефисы в названии компонентов тоже важны. Очень часто операторы называют компоненты не обращая внимания на эту таблицу. Скажем, кислород зачастую называют O2 или n-Пентан просто пентаном. В таком случае такие "неправильно названные" компоненты будут просто отброшены. Тем не менее, в этом случае список таких неопознанных веществ будет выведен доп. расчётом в виде предупреждения, и оператор обратит на это внимание.*

## **Расчёт**

Расчёт производится независимо для каждой из трёх хроматограмм (для каждого анализа).

Исходными данными являются набор (список) компонентов из трёх хроматограмм и площади этих компонентов. Исходный список компонентов может не совпадать с таблицей 1, быть как шире, так и уже относительно набора компонент таблицы 1.

Названия компонентов в исходных хроматограммах могут (а для некоторых компонент обязаны) повторяться в хроматограммах одной пары.

Компоненты не попавшие в таблицу 1 просто отбрасываются. Парные компоненты из группы из группы {Метан, Этан} используются для сшивки трёх хроматограмм.

Результатом расчёта для каждого анализа (для каждой тройки хроматограмм) является список компонентов из таблицы 1 и их массовая и молярная доля.

### **Расчёт приведённых площадей компонентов и фракций на хроматограмме ДТП**

В расчёте содержаний участвуют компоненты:

NaX: кислород, азот, метан-NaX, этан-NaX.

Рогарак: метан-Рогарак, диоксид углерода, этан-Рогарак.

Вычисляются приведённые площади компонентов умножением измеренной площади на относительный коэффициент чувствительности ДТП (Приложении к данному техническому заданию, таблица 1).

$$S''_i = S_i \cdot k_i^{\text{ДТП}} [1]$$

где  $S_i$  — площади компонентов на хроматограмме ДТП

$k_i$  — относительный коэффициент чувствительности для ДТП (Приложении к данному техническому заданию, таблица 1)

### **Расчёт приведённых площадей компонентов и фракций на хроматограмме ПИД**

Вычисляются приведённые площади компонентов умножением измеренной площади на относительный коэффициент чувствительности ПИД (Приложении к данному техническому заданию, таблица 1).

$$S''_i = S_i \cdot k_{oi}^{\text{ПВД}} [2]$$

где  $S_i$  — площади компонентов на хроматограмме ПВД  
 $k_{oi}$  — относительный коэффициент чувствительности для ПВД (Приложении к данному техническому заданию, таблица 1)

Полезную площадь, соответствующую компонентам старше  $n-C_9$ , размечают на участки, соответствующие  $10^\circ\text{C}$ -ным фракциям. При этом положение границ фракций по температуре начала и конца кипения фракции  $t_i$  определяют методом линейной интерполяции - по времени  $\tau_i$ , мин, относительно времен элюирования  $\tau_n$  и  $\tau_{n+1}$  и температуре кипения  $t_n$  и  $t_{n+1}$  ближайших нормальных парафинов  $C_n$  и  $C_{n+1}$ , и вычисляют по формуле:

$$\tau_i = \tau_n + (\tau_{n+1} - \tau_n) \cdot \frac{(t_i - t_n)}{(t_{n+1} - t_n)}$$

**Расчёт коэффициента сшивки компонентов, полученных на хроматограмме ДТП и ПВД.**

Для учёта коэффициента чувствительности разных детекторов и различного количества в дозирующих петлях используется коэффициент М1 (для сшивки ПВД и ДТП-Рогарак) и М2 (для сшивки ПВД и ДТП- NaX).

Для сшивки хроматограммы Rtx-1 на ПВД и хроматограмм на ДТП используется сумма приведённых площадей следующих компонентов: метан, этан. Сначала определяется какие компоненты есть и в хроматограмме ДТП и в хроматограмме ПВД. Потом вычисляются три суммы, где ведётся суммирование именно по этим компонентам.

Если общих компонентов не найдено выдаётся ошибка 4е, и расчёт не производится.

Для сшивки используется коэффициент, рассчитанный с использованием сумм приведённых площадей метана-Рогарак+этана-Рогарак, метана-NaX+этана-NaX, метана-Rtx+этана-Rtx .

$$M1 = (S''_{\text{метана-Rtx}} + S''_{\text{этана-Rtx}}) / (S''_{\text{метана-Рогарак}} + S''_{\text{этана-Рогарак}}) \quad [3]$$

где  $S''_{\text{метана-Rtx}}$  и  $S''_{\text{этана-Rtx}}$  - приведённая площадь метана-Rtx и  $S''_{\text{этана-Rtx}}$ , полученная по [2]

$S''_{\text{метана-Рогарак}}$  и  $S''_{\text{этана-Рогарак}}$  - приведённая площадь метана-Рогарак и  $S''_{\text{этана-Рогарак}}$ , полученная по [1]

$$M2 = (S''_{\text{метана-Rtx}} + S''_{\text{этана-Rtx}}) / (S''_{\text{метана- NaX}} + S''_{\text{этана- NaX}}) \quad [4]$$

где  $S''_{\text{метана-Rtx}}$  и  $S''_{\text{этана-Rtx}}$  - приведённая площадь метана-Rtx и  $S''_{\text{этана-Rtx}}$ , полученная по [2]

$S''_{\text{метана- NaX}}$  и  $S''_{\text{этана- NaX}}$  - приведённая площадь метана- NaX и  $S''_{\text{этана- NaX}}$ , полученная по [1]

**Корректировка с учётом коэффициентов сшивки**

Для компонента Диоксид углерода-Рогарак на хроматограмме ДТП-Рогарак вводим корректировку с учётом только коэффициента сшивки М1:

$$S''_{CO_2 \text{ (корр.)}} = S''_{CO_2} \cdot M1 \quad [5]$$

где  $S''_{CO_2}$  — приведённая площадь диоксида углерода на хроматограмме ДТП-Рогарак.  
 М1- коэффициент, рассчитанный с использованием сумм приведённых площадей метана-

*Porapak+этана-Porapak и метана-Rtx+этана-Rtx по формуле [3].*

Для компонентов Кислород-NaX и Азот-NaX на хроматограмме ДТП-NaX вводим корректировку с учётом только коэффициента сшивки **M2**:

$$S''_{O_2 \text{ (корр.)}} = S''_{O_2} \cdot M2 \quad [6]$$

$$S''_{N_2 \text{ (корр.)}} = S''_{N_2} \cdot M2 \quad [7]$$

*где  $S''_{O_2}$ ,  $S''_{N_2}$  — приведённые площади кислорода и азота на хроматограмме ДТП-NaX соответственно.*

*M2- коэффициент, рассчитанный с использованием сумм приведённых площадей метана-NaX +этана- NaX и метана-Rtx+этана-Rtx по формуле [4].*

Приведённые площади компонентов из хроматограммы ПИД, рассчитанные по формуле [2] используются как есть, без корректировки.

$$S''_{i\text{PID}} = S''_{i\text{PID}} \quad [8]$$

**Отбор компонентов для расчёта**

В дальнейшем расчёте будут участвовать лишь следующие компоненты:

из хроматограммы ДТП:

NaX – кислород-NaX, азот-NaX.

Pogarak – диоксид углерода-Pogarak.

из хроматограммы ПИД - все компоненты и фракции.

Все остальные компоненты будут отброшены, и в расчёте принимать участие не будут.

**Расчёт массовой доли  $C_i$  компонентов, отобранных для расчёта и фракций, %.**

$$C_i = \frac{S''_i}{\sum S''_i} \cdot 100 \quad [9].$$

где  $S''_i$  — приведённые площади компонентов на хроматограмме ДТП (для ДТП-скорректированные приведённые площади компонентов  $S''_i$ (корр.)) и ПИД, отобранные для расчёта и рассчитанные по формулам [5],[6],[7],[8].

**Вычисление молярной доли  $X_i$  компонентов и фракций, %.**

После окончательной нормировки исходя из массовых концентраций веществ  $C_i''$  найдём молярную концентрацию компонентов:

$$X_i = \frac{\frac{C_i}{M_i}}{\sum \frac{C_i}{M_i}} \cdot 100 \quad [10]$$

На данном этапе мы имеем массовые и молярные доли всех компонентов с учётом сшивки всех трёх колонок.

## Вычисление молекулярной массы, сжимаемости и плотности

Вычисление средней молекулярной массы, сжимаемости и плотности производится для сред анализа (каждой пары хроматограмм).

Расчёт молекулярной массы:

$$MM = \frac{100}{\sum \frac{C_i}{M_i}} \quad [11]$$

где  $M_i$  – молекулярная масса компонента или фракции из таблицы 1.

$$\text{Расчёт сжимаемости газа: } Z = \frac{1}{\exp(\exp(1,9437 \cdot \ln(MM) - 11,43))} \quad [12]$$

$$\text{Расчёт плотности газа: } \rho = \frac{101,325 \cdot MM}{Z \cdot 8,31441 \cdot 293,15} \quad [13]$$

## Усреднение результатов

Вышеописанный расчёт производится независимо для каждой пары хроматограмм ПИД-ДТП, то есть для каждого анализа.

Затем результаты вычисленных окончательных величин усредняются для каждого компонента.

Используя молекулярные массы, сжимаемость и плотность для каждого анализа вычисляем усреднённые величины молекулярной массы, сжимаемости и плотности.

$$\bar{C}_j = \frac{\sum C'_{ij}}{N} \quad [14]$$

$$\bar{M}M = \frac{\sum MM_i}{N} \quad [15]$$

$$\bar{Z} = \frac{\sum Z_i}{N} \quad [16]$$

$$\bar{\rho} = \frac{\sum \rho_i}{N} \quad [17]$$

где  $N$  – количество анализов;  
 $i$  — номер анализа;  $j$  — номер компонента.

## Распределение компонентов по фракциям

Для распределения компонентов по фракциям следует использовать графу "фракция" в таблице 1.

В отчёте по фракциям необходимо просуммировать массовые доли  $C_i$  отдельных компонентов, входящих в эту фракцию. Таким образом получают дифференциальную массовую долю в процентах по фракциям отдельно для каждого анализа.

Интегральная массовая доля по фракциям получается как накопление (сумма) дифференциальной массовой доли от данной фракции и всех более лёгких фракций.

При выводе отчёта по компонентам и фракциям необходимо выводить для каждого компонента и фракции молекулярную массу, которые вычисляются следующим образом:

## Вычисление молекулярной массы по фракции, состоящей из нескольких компонентов

Суммирование ведётся только по компонентам, входящих в данную фракцию

$$MM_{\text{фр}} = \frac{\sum C_i}{\sum \frac{C_i}{M_i}} \quad [18]$$

где  $C_i$  - массовые доли компонентов, входящих в данную фракцию  
 $M_i$  – молекулярная масса компонента из таблицы 1

**Точность**

Хроматограммы добавленные в дополнительный расчёт получены одним и тем же оператором. Только в этом случае можно говорить о повторяемости результатов.

Предел повторяемости представлен в **таблице 2 приложения** к данному техническому заданию.

При определении относительного расхождения между результатами измерения массовой доли компонентов и фракций у каждого компонента и фракции вычитается наибольшее значение из наименьшего значения массовой доли  $C_i$  и делится на среднее между ними, далее умножается на 100%:

$$X_{oi} = \frac{C_{i\max} - C_{i\min}}{\bar{C}_i} \cdot 100 \quad [19]$$

Для выбора массовой доли компонента (**левая колонка таблицы 2**) будем использовать среднее значение компонента  $\bar{C}_i$

*Для определения расхождения между компонентами будем искать минимальное и максимальное значение концентрации компонента, поскольку данный расчёт может обсчитывать более двух анализов. В случае если у нас два анализа, то расхождение  $R_i$  и есть как раз расхождение между этими двумя значениями массовой доли компонента.*

Для определения расхождения у фракций сначала суммируем значения массовых долей компонентов, входящих в данную фракцию для каждого анализа.

$$C_{\text{фракц}k} = \sum C_i^{\text{фракц}k} \quad [20]$$

*здесь k это номер фракции*

Затем находим минимальное и максимальное значение этих массовых долей у каждой фракции  $C_{\text{фракц}k\min}$ ,  $C_{\text{фракц}k\max}$ , и находим расхождение для фракции k.

$$X_{oi(\text{фракц.})} = \frac{C_{i\max}^{\text{фракц.}} - C_{i\min}^{\text{фракц.}}}{\bar{C}_i(\text{фракц.})} \cdot 100 \quad [21]$$

Для выбора массовой доли фракции (**левая колонка таблицы 2**) будем использовать среднее значение массовой доли фракции, которое вычисляется из средних значений массовых долей компонентов, входящих в данную фракцию следующим образом:

$$\bar{C}_{\text{фракц}k} = \sum C_i^{\text{фракц}k} \quad [22]$$

Результаты определения массовой доли компонентов и фракций в газе должны быть представлены с точностью до четвёртого знака после запятой.

Рассчитанные значения молекулярной массы, сжимаемости и плотности газа должны быть представлены с точностью в четыре значащие цифры.

## Ошибки и предупреждения дополнительного расчёта

	Пример предупреждения	Замечания
1	<i>Предупреждение не выводится</i>	Всё корректно.
2	Расчёт невозможен.	Расчёт произведён не был. В представленном списке хроматограмм, расчёт не смог подобрать даже одну пару, которая была записана синхронно и была бы корректной.
3	Не найдена пара к анализам со следующими номерами: 1, 5, 6, 8.	Есть одна или более хроматограмм, которым пару подобрать не удалось. Такие хроматограммы будут отброшены.
4	Анализы со следующими номерами некорректны: 2, 7, 8.	Обнаружена одна или несколько некорректностей представленных в пунктах 4а-4е. Эти пары хроматограмм, составляющие анализы под номерами 2, 7 и 8 будут отброшены. Разъяснения некорректности будут выводиться в строчках ниже.
4а	Для анализа 2 не найден Метан-NaX.	Ни в одной хроматограмме из пары, составляющих анализ с номером 2 не найден компонент с названием "Метан-NaX", но в этой паре есть "Метан-Рогарак".
4б	Для анализа 7 не найден Метан-Рогарак.	Ни в одной хроматограмме из пары, составляющих анализ с номером 7 не найден компонент с названием "Метан-Рогарак", но в этой паре есть "Метан-NaX".
4в	Для анализа 8 не найден Метан-NaX и Метан-Рогарак.	Ни в одной хроматограмме из пары, составляющих анализ с номером 8 не найдены компоненты с названиями "Метан-NaX" и "Метан-Рогарак".
4г	Для анализа 9 найден Метан-NaX в обеих хроматограммах.	Обе хроматограммы из пары содержат в списке компонент "Метан-NaX".
4д	Для анализа 11 найден Метан-Рогарак в обеих хроматограммах.	Обе хроматограммы из пары содержат в списке компонент "Метан-Рогарак".
4е	Для анализа 2 не найдено ни одного общего компонента шивки.	Среди компонентовашивки не найдено ни одного компонента, который был бы представлен и у первой и у второй хроматограммы в паре, относящейся к анализу с номером 2.
5	В расчёте не участвуют следующие компоненты: Воздух, O2, иБутан, поскольку их названия неизвестны.	Входе расчёта обнаружены компоненты, названия которых не встречаются в таблице 1. Их список выводится в данном предупреждении.

Сначала выявляются непарные анализы, строится список (предупреждение 3)

Затем просматривая анализы не попавшие в этот первый список (парные) анализируются корректность парных анализов (предупреждения 4а-4г), на основании этого строится список некорректных, но парных анализов (предупреждение 4).

На основании этих двух списков (непарных и некорректных) выясняется есть ли хотя бы одна пара корректных анализов (предупреждение 2).

Выясняется есть ли хотя бы одно предупреждение. В этом случае окно предупреждений будет пустое. Иначе предупреждения выводятся последовательно, начиная со 2 по 4е каждое с новой строки. Предупреждения 4а-4г могут выводиться не по одному, а, скажем, 4а и 4е для одного анализа и 4д и 4е для другого.

В конце выводится список неизвестных компонент, обнаруженных в ходе расчёта, и не попавших в таблицу 1 (предупреждение 5).

**Приложение**

Таблица 1

Наименование вещества	Мол. масса	ЧАУ (число атомов углерода)	Т кип, °С	Коэф. чувствительности		Фракция
				к ДТП, к <sup>ДТП</sup>	к ДИП (относительный) к <sup>ДИП</sup>	
1	2	3	4	5	6	7
Кислород	32	0	-200,0	1,18	-	Кислород
Азот	28	0	-180,0	0,98	-	Азот
Метан NaX	16	1	-161,5	0,66	-	-
Метан-Рогарак	16	1	-161,5	0,66	-	-
Метан-Rtx	16	1	-161,5	-	1,109	Метан
Этан NaX	30,07	2	-88,6	0,87	-	-
Этан-Рогарак	30,07	2	-88,6	0,87	-	-
Этан-Rtx	30,07	2	-88,6	0,87	1,042	Этан
Диоксид углерода	44,1	1	-53,0	1,34	-	Диоксид углерода
Пропан	44,1	3	-42	1,00	1,019	Пропан
изо С4	58,12	4	-11,7	1,04	1,007	изо С4
н-Бутан	58,12	4	-0,5	1,00	1,007	н-Бутан
2,2-ДМетил С3	72,15	5	9,5	-	1,000	изо С5
3-Метилбутен-1	70,14	5	20,0	-	0,972	изо С5
изо С5	72,15	5	27,8	1,04	1,000	изо С5
н-Пентан	72,15	5	36,1	1,01	1,000	н-Пентан
цис-пентен-2	70,14	5	36,3	-	0,972	Фракция 45-60
Цикло С5	70,14	5	49,3	-	0,972	Фракция 45-60
2,2-ДМетил С4	86,18	6	49,7	-	0,995	Фракция 45-60
2,3-ДМетил С4	86,18	6	58	-	0,995	Фракция 45-60
2-метил С5	86,18	6	60,3	-	0,995	Фракция 60-70
3-метил С5	86,18	6	63,3	-	0,995	Фракция 60-70
3-метил-т-пентен-2	84,16	6	67,7	-	0,972	Фракция 60-70
н-Гексан	86,18	6	68,7	-	0,995	Фракция 60-70
МЦикло С5	84,0	6	71,8	-	0,970	Фракция 70-80
2,3,3-триметилбутен-1	98,19	7	77,9	-	0,972	Фракция 70-80
2,2-ДМетил С5	100,2	7	79,2	-	0,992	Фракция 70-80
Бензол	78,1	6	80,1	-	0,902	Фракция 80-90
2,4-ДМетил С5	100,2	7	80,5	-	0,992	Фракция 80-90
Цикло С6	84,16	6	80,7	-	0,972	Фракция 80-90
2,2,3-ТМетил С4	100,2	7	80,9	-	0,992	Фракция 80-90
3,3-ДМетил С5	100,2	7	86,1	-	0,992	Фракция 80-90
1,1-ДМЦикло С5	98,19	7	87,5	-	0,972	Фракция 80-90
2,3-ДМетил С5	100,2	7	89,8	-	0,992	Фракция 80-90
2-метил С6	100,2	7	90,1	-	0,992	Фракция 90-100
1ц,3-ДМЦикло С5	98,2	7	90,8	-	0,972	Фракция 90-100
1т,3-ДМЦикло С5	98,19	7	91,7	-	0,972	Фракция 90-100
3-метил С6	100,2	7	91,8	-	0,992	Фракция 90-100
1т,2-ДМЦикло С5	98,19	7	91,9	-	0,972	Фракция 90-100
3-этил С5	100,2	7	93,5	-	0,992	Фракция 90-100
н-Гептан	100,2	7	98,4	-	0,992	Фракция 90-100
2,2,4-Тметил С5	114,2	8	99,2	-	0,989	Фракция 90-100
1ц,2-ДМЦикло С5	98,19	7	99,5	-	0,972	Фракция 90-100

Наименование вещества	Мол. масса	ЧАУ (число атомов углерода)	Т кип, °С	Коэф. чувствительности		Фракция
				к ДТП, к <sub>ДТП</sub>	к ДИП (относительный) к <sub>ДИП</sub>	
1	2	3	4	5	6	7
МЦикло С6	98,19	7	100,9	-	0,972	Фракция 100-110
ЭЦикло С5	98,19	7	103,5	-	0,972	Фракция 100-110
1,1,3-ТМЦикло С5	112,2	8	104,9	-	0,972	Фракция 100-110
О30	98,2	7	105	-	0,972	Фракция 100-110
2,5-Дметил С6	114,2	8	109,1	-	0,989	Фракция 100-110
2,4-Дметил С6	114,2	8	109,4	-	0,989	Фракция 100-110
1т,2ц,3-ТМЦикло С5	112,2	8	110,4	-	0,972	Фракция 110-120
Голуол	92,14	7	110,6	-	0,912	Фракция 110-120
3,3-Дметил С6	114,2	8	112	-	0,989	Фракция 110-120
2,3,4-Тметил С5	114,2	8	113,5	-	0,989	Фракция 110-120
О45	112	8	115	-	0,970	Фракция 110-120
1ц,2т,3ц-ТМЦикло С5	112,2	8	115	-	0,972	Фракция 110-120
2,3-Дметил С6	114,2	8	115,6	-	0,989	Фракция 110-120
2-метил-3-этил С5	114,2	8	115,6	-	0,989	Фракция 110-120
3-метил-3-этил С5	114,2	8	115,6	-	0,989	Фракция 110-120
1ц,2т,4-ТМЦикло С5	112,2	8	116,7	-	0,972	Фракция 110-120
1ц,2ц,4-ТМЦикло С5	112,2	8	116,8	-	0,972	Фракция 110-120
1ц,2т,3-ТМЦикло С5	112,2	8	117,5	-	0,972	Фракция 110-120
2-метил С7	114,2	8	117,7	-	0,989	Фракция 110-120
3,4-Дметил С6	114,2	8	117,7	-	0,989	Фракция 110-120
4-метил С7	114,2	8	117,7	-	0,989	Фракция 110-120
3-этил С6	114,2	8	118,5	-	0,989	Фракция 110-120
3-метил С7	114,2	8	118,9	-	0,989	Фракция 110-120
1ц,3-ДМЦикло С6	112,2	8	119,4	-	0,972	Фракция 110-120
1т,4-ДМЦикло С6	112,2	8	119,4	-	0,972	Фракция 110-120
1,1-ДМЦикло С6	112,2	8	119,6	-	0,972	Фракция 110-120
3ц-ЭМЦикло С5	112,2	8	121,1	-	0,972	Фракция 120-130
3т-ЭМЦикло С5	112,2	8	121,1	-	0,972	Фракция 120-130
2т-ЭМЦикло С5	112,2	8	121,2	-	0,972	Фракция 120-130
Октен-1	112	8	121,3	-	0,970	Фракция 120-130
1,1-МЭЦикло С5	112,2	8	121,5	-	0,972	Фракция 120-130
1т,2-ДМЦикло С6	112,2	8	123,4	-	0,972	Фракция 120-130
2,4,4-ТМетил С6	128,3	9	124,1	-	0,988	Фракция 120-130
2,2,5-ТМетил С6	128,3	9	124,1	-	0,988	Фракция 120-130
1ц,4-ДМЦикло С6	112,2	8	124,3	-	0,972	Фракция 120-130
Naften 1	112,2	8	125	-	0,972	Фракция 120-130
2,4,4-ТМетил С6	128,2	9	125	-	0,987	Фракция 120-130
н-Октан	114,2	8	125,7	-	0,989	Фракция 120-130
изопропилцикло С5	112,2	8	126,4	-	0,972	Фракция 120-130
1ц,2-ДМЦикло С6	112,2	8	129,7	-	0,972	Фракция 120-130
Naften 3	112,2	8	131	-	0,972	Фракция 130-140
н-пропилцикло С5	112,2	8	131	-	0,972	Фракция 130-140
2,3,5 ТМетил С6	128,3	9	131,4	-	0,988	Фракция 130-140
2,2-ДМетил С7	128,3	9	132,7	-	0,988	Фракция 130-140
4,4-ДМетил С7	128,2	9	132,9	-	0,987	Фракция 130-140
2,2,3-ТМетил С6	128,3	9	132,9	-	0,988	Фракция 130-140
2,4-ДМетил С7	128,3	9	132,9	-	0,988	Фракция 130-140

Наименование вещества	Мол. масса	ЧАУ (число атомов углерода)	Т кип, °С	Коэф. чувствительности		Фракция
				к ДТП, $K_{ДТП}$	к ДИП (относительный) $K_{ДИП}$	
1	2	3	4	5	6	7
2,2,3,4-тетраметил С5	128,3	9	133	-	0,988	Фракция 130-140
Naften 2	112,2	8	135	-	0,972	Фракция 130-140
Naften 4	112,2	8	135	-	0,972	Фракция 130-140
Naften 8	112,2	8	135	-	0,972	Фракция 130-140
1,1,4-ТМЦикло С6	126,2	9	135	-	0,972	Фракция 130-140
Isomer 3	128,3	9	135	-	0,988	Фракция 130-140
2,6 ДМетил С7	128,3	9	135,2	-	0,988	Фракция 130-140
2,5 ДМетил С7	128,3	9	136	-	0,988	Фракция 130-140
Этилбензол	106,2	8	136,2	-	0,920	Фракция 130-140
3,3 ДМетил С7	128,3	9	137	-	0,988	Фракция 130-140
3,3-ДМетил С7	128,3	9	137	-	0,988	Фракция 130-140
п - ксилол	106,2	8	138,4	-	0,920	Фракция 130-140
1ц,3ц,5-ТМЦикло С6	126,2	9	138,4	-	0,972	Фракция 130-140
м - ксилол	106,2	8	139,1	-	0,920	Фракция 130-140
м + п - ксилол	106,2	8	139,1	-	0,920	Фракция 130-140
2,3,4-ТМетил С6	128,3	9	139,1	-	0,988	Фракция 130-140
2,3-ДМетил С7	128,2	9	140,5	-	0,987	Фракция 140-150
3,4-ДМетил С7	128,2	9	140,6	-	0,987	Фракция 140-150
1ц,2т,4т- ТМЦикло С6	126,2	9	141,1	-	0,972	Фракция 140-150
4-метил С8	128,3	9	142,4	-	0,988	Фракция 140-150
3-этил С7	128,3	9	143	-	0,988	Фракция 140-150
2-метил С8	128,3	9	143,3	-	0,988	Фракция 140-150
3-метил С8	128,3	9	144,2	-	0,988	Фракция 140-150
орто-ксилол	106,2	8	144,4	-	0,920	Фракция 140-150
Naften 12	126,2	9	145	-	0,972	Фракция 140-150
Naften 14	126,2	9	145	-	0,972	Фракция 140-150
Naften 15	126,2	9	145	-	0,972	Фракция 140-150
Naften 18	126,2	9	145	-	0,972	Фракция 140-150
Naften 19	126,2	9	145	-	0,972	Фракция 140-150
Isomer 5	128,2	9	145	-	0,987	Фракция 140-150
Isomer 8	128,2	9	145	-	0,987	Фракция 140-150
Isomer 4	128,3	9	145	-	0,988	Фракция 140-150
Isomer 7	128,3	9	145	-	0,988	Фракция 140-150
Isomer 9	128,3	9	145	-	0,988	Фракция 140-150
3,3 ДЭтил С5	128,3	9	146,2	-	0,988	Фракция 140-150
1,1,3-ТМЦикло С6	126,2	9	146,6	-	0,972	Фракция 140-150
изобутилцикло С5	126,2	9	148	-	0,972	Фракция 140-150
н-Нонан	128,3	9	150,8	-	0,988	Фракция 150-160
1,1-МЭЦикло С6	126,2	9	152,2	-	0,972	Фракция 150-160
изопропилбензол	120,2	9	152,4	-	0,926	Фракция 150-160
Фракция 150-160	128	10	155	-	0,978	Фракция 150-160
Фракция 160-170	132,8	10	165	-	0,977	Фракция 160-170
Фракция 170-180	145,5	11	175	-	0,976	Фракция 170-180
- н-Декан (репер)	-	-	174,1	-	-	
Фракция 180-190	152,1	11	185	-	0,975	Фракция 180-190
Фракция 190-200	158,4	11	195	-	0,974	Фракция 190-200
- н-Ундекан (репер)	-	-	195,9	-	-	
Фракция 200-210	164,5	12	205	-	0,973	Фракция 200-210

Наименование вещества	Мол. масса	ЧАУ (число атомов углерода)	Т кип, °С	Коэф. чувствительности		Фракция
				к ДТГ, к <sub>ДТГ</sub>	к ДИП (относительный) к <sub>ДИП</sub>	
1	2	3	4	5	6	7
Фракция 210-220 - н-Додекан (репер)	170,9 -	12 -	215 216,3	-	0,972 -	Фракция 210-220
Фракция 220-230	177,8	13	225	-	0,971	Фракция 220-230
Фракция 230-240 - н-Тридекан (репер) - н-Тетрадекан	184,8 - -	13 - -	235 235,4 253,5	-	0,970 - -	Фракция 230-240

Таблица 2

Наименование компонента (фракции), диапазон измерений, % (массовая доля)	Диапазон измеряемой величины		Предел повторяемости, % отн.	Предел внутрилабораторной прецизионности, %отн.	Показатель точности (границы относительной погрешности), дл, % отн.
	2	3			
1	от	до	г, %	Rп	δл=δ*0.84
Азот	0,05	5,00	14	24	20
Диоксид углерода	0,05	5,00	28	35	29
Кислород	0,05	5,00	14	24	20
С 1	0,000	0,100	17	28	22
С 1	0,100	10,000	6	14	11
С 1	10,000	40,000	2,2	5	3,0
С 1	40,000	99,970	0,5	0,9	1,0
С 2	0,000	0,050	28	35	28
С 2	0,050	0,500	17	28	22
С 2	0,500	5,000	8	14	10
С 2	5,000	98,000	6	9	7
С 3	0,000	0,050	28	35	28
С 3	0,050	0,500	14	24	19
С 3	0,500	5,000	6	9	8
С 3	5,000	98,000	3	5	5
i-C 4	0,000	0,050	28	35	28
i-C 4	0,050	0,500	14	24	19
i-C 4	0,500	5,000	6	9	9
i-C 4	5,000	50,000	3	5	5
С 4	0,000	0,050	28	35	28
С 4	0,050	0,500	14	24	19
С 4	0,500	5,000	6	9	9
С 4	5,000	50,000	3	5	5
i-C 5	0,000	0,050	28	35	28
i-C 5	0,050	0,500	14	24	19
i-C 5	0,500	5,000	6	9	9
i-C 5	5,000	30,000	3	5	5
С 5	0,000	0,050	28	35	28
С 5	0,050	0,500	14	24	19
С 5	0,500	5,000	6	9	9
С 5	5,000	30,000	3	5	5
F 45-60	0,000	0,050	44	46	37
F 45-60	0,050	0,500	11	18	18
F 45-60	0,500	2,500	6	9	11
F 60-70	0,000	0,050	44	46	37
F 60-70	0,050	0,500	11	18	18
F 60-70	0,500	3,000	6	9	11
F 70-80	0,000	0,050	44	46	37
F 70-80	0,050	1,500	11	18	18
F 80-90	0,000	0,050	44	46	37
F 80-90	0,050	1,500	11	18	18
F 90-100	0,000	0,050	44	46	37
F 90-100	0,050	1,000	11	18	18
F 100-110	0,000	0,050	44	46	37
F 100-110	0,050	1,000	11	18	18
F 110-120	0,000	0,050	44	46	37
F 110-120	0,050	1,000	17	24	24
F 120-130	0,000	0,050	44	46	37
F 120-130	0,050	1,000	22	28	26
F 130-140	0,000	0,050	44	46	37
F 130-140	0,050	1,000	22	28	26
F 140-150	0,000	1,500	44	46	37
F 150-160	0,000	1,500	44	46	37
F 160-170	0,000	1,500	44	46	37
F 170-180	0,000	1,500	44	46	37
F 180-190	0,000	1,500	44	46	37
F 190-200	0,000	1,500	44	46	37
F 200-210	0,000	1,500	44	46	37
F 210-220	0,000	1,500	44	46	37
F 220-230	0,000	1,500	44	46	37

При расхождении между результатами параллельных измерений массовой доли

компонентов, при детектировании на уровне предела обнаружения (0,0001%) предел повторяемости не более 50% от среднеарифметического значения.

Пример отчёта по компонентно-фракционному составу газа

**ПРОТОКОЛ**  
**результатов измерений**  
**состава газа по СТО ТюменНИИгипрогаз 02-04-2009**

Проба:  
Дата и время отбора:  
Пункт отбора:  
Точка отбора:  
Метод:  
Расположение хроматограмм:  
Лаборант:  
Комментарий:  
Количество анализов для усреднения:

Компонент, фракция	С масс%	Отн. расхождение, $X_o$ %отн.	Предел повторяемости $g$ , %отн. (Таблица 7.10.2 СТО ТНИИГГ 02-04-2009)- <i>Столбец 4 Таблицы 2 ТЗ</i>	Предел ВЛпрецизионности, $R_L = R \cdot 0,84$ , %отн. <i>Столбец 5 Таблицы 2 ТЗ</i>	Оценка приемлемости	С сред., масс% дифф.	Показатель точности (Таблица 7.1 СТО ТНИИГГ 02-04-2009)		С сред., масс% интегр.	С сред., %мол.	ММ	t кип. °С
							Отн.погрешность $\pm \delta_l$ , %отн. <i>Столбец 6 Таблицы 2 ТЗ</i>	Абс.погрешность $\pm \Delta_l$ , масс.				
Компонент или фракция	12,420 12,020	0,400	17	28	да	12,210	22	<i>(<math>\pm \delta_l \cdot C</math> сред.)/100</i>	12,210	14,360		
Компонент или фракция	62,000 52,000	10,000	0,5	0,4	нет	57,000	0,5	<i>(<math>\pm \delta_l \cdot C</math> сред.)/100</i>	69,210	53,014		

Молекулярная масса газа, ед. изм  
Сжимаемость газа при стандартных условиях, ед. изм.  
Плотность газа при стандартных условиях, ед. изм.

Условие приемлемости определяется:  
если  $X_o \leq$  предела повторяемости-да;  
если  $X_o >$  предела повторяемости-нет.

Составил: Начальник ЦЗЛ филиала ЗПКТ ООО "Газпром переработка" Романенкова С.П.

Дата составления: 04.12.2014 г.