

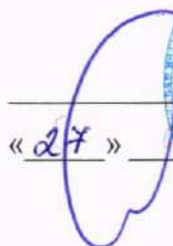


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора

  С.А. Денисенко
« 27 » 05 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Хроматограф жидкостный высокоэффективный Альфахром
Методика поверки

РТ-МП-467-705-2026

**Москва
2026 г.**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на хроматограф жидкостный высокоэффективный Альфахром (далее – хроматограф) и устанавливает методику его первичной и периодических поверок.

Используемое средство поверки – ГСО 12059-2022 состава антрацена обеспечивает прослеживаемость хроматографа к эталону ГЭТ 208-2024 «Государственный первичный эталон единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации органических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе жидкостной и газовой хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением и гравиметрии» в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 3158 от 28.12.2024 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания органических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах».

Метод поверки включает применение средств измерений и стандартного образца утвержденного типа, приготовление контрольных растворов с известной концентрацией, определение уровня флуктуационных шумов и дрейфа нулевого сигнала, предела детектирования, определение относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала и относительного изменения выходного сигнала за 4 часа непрерывной работы.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики хроматографа

Наименование характеристики	Значение
Уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала детектора с имитатором кюветы при времени измерения 0,3 с, е.о.п., не более	$1 \cdot 10^{-4}$
Дрейф нулевого сигнала детектора с имитатором кюветы, е.о.п./ч, не более	$5 \cdot 10^{-5}$
Относительное среднее квадратическое отклонение выходного сигнала хроматографа, %, не более	
по времени удерживания	1,0
по площади пиков	1,0
Относительное изменение выходного сигнала хроматографа за 4 часа непрерывной работы, %, не более	
по времени удерживания	± 3
по площади пика	± 3
Предел детектирования по антрацену, г/см ³ , не более	$2 \cdot 10^{-9}$

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Опробование	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение дрейфа нулевого сигнала детектора с имитатором кюветы, уровня флуктуационных шумов нулевого сигнала хроматографа	Да	Да	10.1
Определение относительного среднеквадратического отклонения (СКО) выходного сигнала хроматографа (площади пика и времени удерживания)	Да	Да	10.2
Определение относительного изменения выходного сигнала хроматографа (площади пика, времени удерживания) за 4 ч непрерывной работы	Да	Нет	10.3
Определение предела детектирования	Да	Да	10.4

2.2 Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, поверку прекращают.

2.3 Периодическая поверка проводится по истечении межповерочного интервала, а при повторном введении в эксплуатацию после длительного хранения (более одного межповерочного интервала) поверка проводится в объеме первичной поверки.

2.4 Возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений для хроматографа не предусматривается.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

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

от 15 до 25
от 84 до 106
от 20 до 80

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К выполнению измерений и обработке их результатов допускаются лица, владеющие методом анализа, знающие принцип действия, конструкцию и правила эксплуатации хроматографа.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Основные и вспомогательные СИ, реактивы

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.2 Проверка условий проведения поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с погрешностью не более ± 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа	Измеритель комбинированный Testo 176-P1, рег. № 48550-11
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	СО с аттестованным значением массовой доли антрацена w от 99,00 до 99,80 %, допускаемое значение расширенной неопределенности $0,36 \cdot (1-w) \%$ при $k=2$ и $P=0,95\%$ Средства измерений переменного объема от 20 до 200 мкл и от 100 до 1000 мкл, предел допускаемого относительного среднего квадратического отклонения фактического объема дозы 3,0 % и 1,0 % Средства измерений вместимости 10 и 100 мл 2-го класса точности по ГОСТ 1770-74 Средство измерений массы от 0,01 до 220 г класс точности I (специальный) по ГОСТ OIML R 76-1-2011	ГСО 12059-2022 состава антрацена Дозаторы пипеточные Eppendorf 20-200 мкл, 100-1000 мкл, рег. № 55543-13 Колбы 2-10-2, 2-100-2 по ГОСТ 1770-74 Весы неавтоматического действия CPA225D-0CE, рег. №54391-13

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Колонка хроматографическая тестовая 2x75 мм, заполненная обращено-фазовым сорбентом ProntoSIL 120-5-C18 AQ; Имитатор кюветы ДББ5.994.049, Э427.07.00.13; Стеклянные виалы 2-2,5 см ³ , стакан СВ-14/8 по ГОСТ 25336-82 Реактивы: Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018. Ацетонитрил для хроматографии «о.с.ч» ТУ 2634-002-04715285-2012	
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. Допускается использовать реактивы, соответствующие требованиям к ним, указанным выше.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки выполняют следующие правила безопасности: «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

6.2 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, изложенные в главе «Указания мер безопасности» руководства по эксплуатации.

6.3 Помещение, в котором проводится поверка, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида хроматографа изображению, приведенному в описании типа;
- соответствие эксплуатационной документации в части комплектности;
- отсутствие дефектов и повреждений, влияющих на работоспособность и приводящих к нарушению требований безопасности, производственной санитарии и охраны окружающей среды;
- целостность лакокрасочных и гальванических покрытий.

7.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если хроматограф соответствует требованиям, перечисленным в п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией, на хроматографе должны быть выполнены подготовительные работы в соответствии с главой 8 и главой 9 руководства по эксплуатации (далее - РЭ).

8.2 Проверить условия проведения поверки на соответствие требованиям п.3.1.

8.3 Провести опробование:

- проверяют режимы работы хроматографа, режимы детекции. Опробование хроматографа проводят в соответствии с разделами РЭ: «Подготовка к хроматографии. Ручное управление» и «Управление хроматографом. Запуск серии анализов»;
- проверяют общее функционирование хроматографа, возможность перехода из одного режима работы в другой, работу в режиме ручного управления и т.п.;
- проверку герметичности жидкостной системы проводят в ручном режиме, согласно главе «Герметичность жидкостной системы» в РЭ.

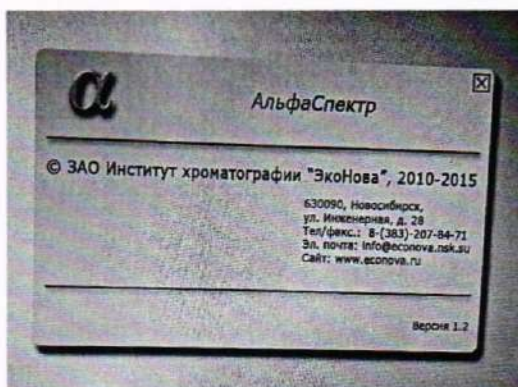
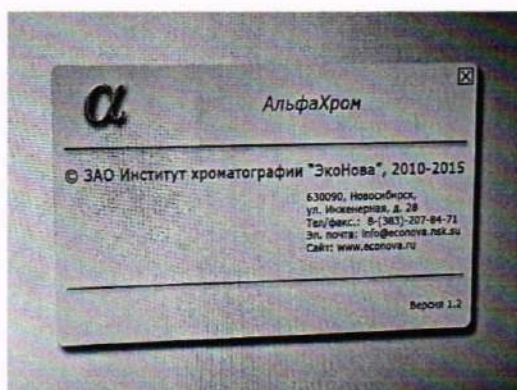
8.4 Хроматограф считается выдержавшим проверку, если все операции п. 8.3 завершены успешно.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверка номера версии программ

Включить ноутбук. На рабочем столе найти ярлыки программ АльфаХром, Мультихром, АльфаСпектр и МетроС. Двойным кликом по ярлыку запустить программы АльфаХром, Мультихром, АльфаСпектр. В верхней строке меню нажать кнопку «О программе».

Откроется окно сведений - рисунок 1.



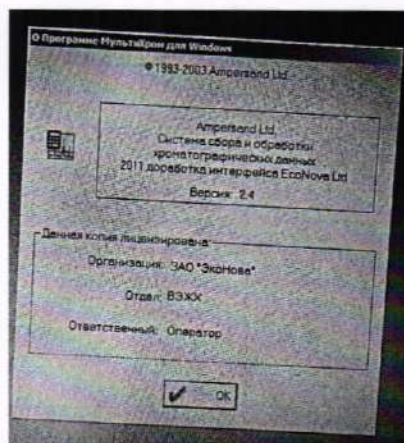


Рисунок 1 - Сведения о программах АльфаХром, Мультихром, АльфаСпектр

9.2 Проверка контрольных сумм

Запустить интегрированную среду сценариев Windows PowerShell ISE (Пуск/Windows PowerShell ISE), во вкладке «Команды/Commands» выбрать команду Get-FileHash, в параметрах для «Get-FileHash» в строке «Path*» задать «путь к файлу, заключенный в кавычки\название файла», в строке «Algorithm» выбрать алгоритм вычисления «MD5».

Названия файлов для вычисления:

Для АльфаХром – AlphaCrome.exe, для Мультихром - mlcw.EXE, для АльфаСпектр - AlphaSpectre.exe и для МетроС - МЕТРОС.EXE.

Нажать кнопку «Запустить» – рисунок 2.

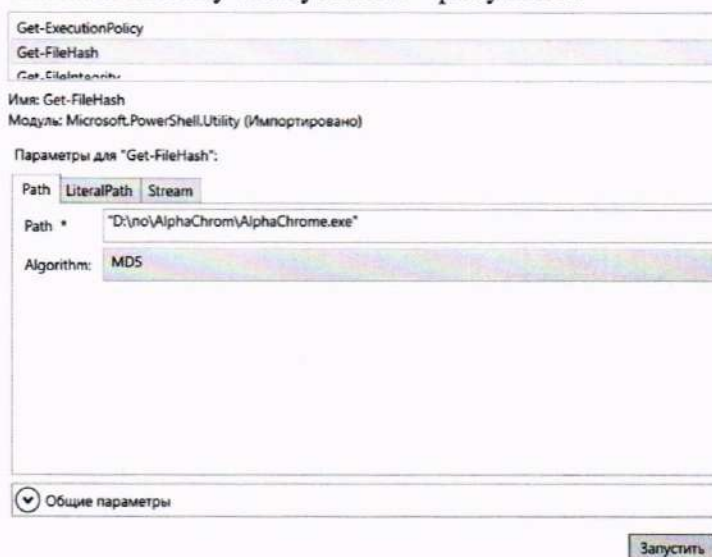


Рисунок 2 – Запуск вычисления контрольной суммы для Альфахром

В окне «Сценарий/Script» выводится цифровой идентификатор ПО (Hash) – рисунок 3.

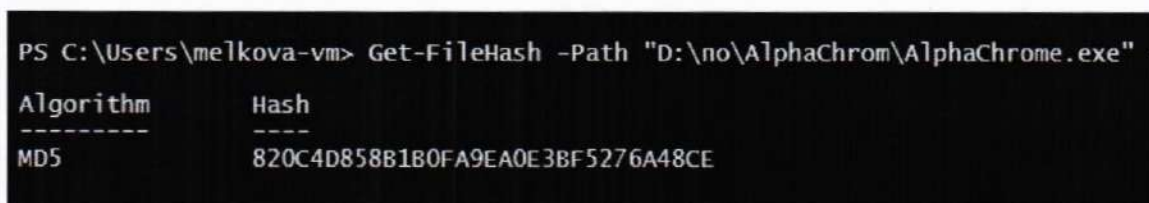


Рисунок 3 – Контрольная сумма для Альфахром

Аналогично вычисляются контрольные суммы для программ Мультихром, АльфаСпектр и МетроС (рисунки 4-6):

```
PS C:\Users\melkova-vm> Get-FileHash -Path "D:\no\AlphaChrom\AlphaSpectr.exe"

Algorithm      Hash
-----
MD5            54154874FD54BD542CA442FDAEDD5D8
```

Рисунок 4 – Контрольная сумма для Альфаспектр

```
PS C:\Users\melkova-vm> Get-FileHash -Path "D:\no\AlphaChrom\mlcw\mlcw.EXE"

Algorithm      Hash
-----
MD5            31D004D47BE63772493D1DA38543B820
```

Рисунок 5 – Контрольная сумма для Мультихром

```
PS C:\Users\melkova-vm> Get-FileHash -Path "D:\no\MetroC\METRO.exe"

Algorithm      Hash
-----
MD5            B0AE8E6ACCEAA2D22B4296F78FEEC032
```

Рисунок 6 – Контрольная сумма для МетроС

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение			
	МультиХром	АльфаХром	АльфаСпектр	МетроС
Идентификационное наименование ПО				
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.4	1.2	1.2	не применяется
Цифровой идентификатор ПО	31D004D47BE63772493D1DA38543B820	829C4D858B1B0FA9E3BF5276A48CE	54154874FD54BD542CA442FDAEDD5D8	B0AE8E6ACC EAA2D22B4296F78FEEC032
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5	MD5	MD5	MD5

9.3. Хроматограф считается выдержавшим проверку, если идентификационные данные ПО соответствуют таблице 4.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение дрейфа нулевого сигнала детектора с имитатором кюветы, уровня флуктуационных шумов нулевого сигнала детектора.

Определение характеристик хроматографа проводят с помощью управляющей программы «Альфахром».

Перед проведением хроматографических экспериментов выполняют следующие операции:

- подготавливают элюент (дегазируют) одним из методов, описанных в РЭ в главе «Подготовка элюентов», или подключают на выход кюветы клапан противодавления;
- устанавливают кювету детектора, подготавливают прибор к работе;
- запускают регенерацию колонки, как описано в главе «Кондиционирование или регенерация колонки» РЭ;
- проверяют отсутствие воздушных пузырьков в жидкостной системе, как это описано в главе «Воздушные пузырьки в жидкостной системе» РЭ;
- готовят контрольные растворы на основе ГСО 12059-2022 в соответствии с Приложением А.

Определение дрейфа нулевого сигнала детектора, уровня флуктуационных шумов нулевого сигнала детектора проводят на имитаторе кюветы. Для этого отсоединяют штатную кювету детектора от колонки, вынимают ее и вставляют на ее место имитатор, входящий в комплект поставки.

В управляющей программе в окне **Управление\Ручные операции** в поле **Термостат** задают температуру 35 °С и включают его.

В окне **Настройки хроматографа** выставляют следующий режим работы детектора:

- метод измерения - двухлучевой
- рабочая кювета - верхняя

В окне **Управление \ Ручные операции** в поле **Детектор** устанавливают:

- время измерения - 0,34 с
- длина волны - 250 нм

Включают детектор командой **Начать регистрацию** и записывают нулевой сигнал в течение 30 мин. Останавливают детектор, в программе «Альфахром» загружают (открывают) полученный файл *.detx из папки ... \ *Альфахром\Детектор* и экспортируют его в формат *.det (**Файл\Экспорт\Хроматограмму в файл формата *.chr**).

Примечание - Здесь и далее, для целей последующего просмотра и обработки экспериментальных файлов, следует записывать полное имя файла, присутствующее в основном окне на экране во время работы детектора.

Загружают полученный файл *.det из папки \ *Альфахром\Детектор* в обрабатывающую программу МетроС.

Дрейф рассчитывают, как одностороннее смещение нулевого сигнала за 1 час работы в единицах оптической плотности в час (далее - е.о.п./ч) по формуле

$$\delta_t = 0,153 \cdot L_{\text{см}}, \quad (1)$$

где 0,153 - коэффициент пересчета оптической плотности на реальную кювету хроматографа;

$L_{\text{см}}$ - одностороннее смещение нулевого сигнала за 1 ч, е.о.п./ч.

Дрейф нулевого сигнала детектора должен быть не более $5 \cdot 10^{-5}$ е.о.п./ч на имитаторе кюветы.

Уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала в единицах оптической плотности рассчитывают по формуле:

$$\Delta x = 0,153 \cdot L_{\max}, \quad (2)$$

где 0,153 - коэффициент пересчета оптической плотности на реальную кювету хроматографа;

$L_{\max}$ - максимальная амплитуда нулевого сигнала, е.о.п.

Уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала детектора не должен превышать $1 \cdot 10^{-4}$ е.о.п.

10.2. Определение относительного среднеквадратического отклонения (СКО) выходного сигнала хроматографа (площади пика и времени удерживания).

С помощью пипетки набирают в две пробирки по 100 мкл контрольного раствора 2 (Приложение А), плотно закрывают их пробками. Устанавливают пробирки в гнезда 1 и 2 автодозатора.

Со страницы **Настройка/ Настройки хроматографа** устанавливают следующие параметры анализа:

- элюенты А и Б - ацетонитрил
- контроль давления - мин. 0,2 МПа
- макс. 8,0 МПа
- метод измерения - двухлучевой
- запуск детектора - после ввода пробы
- промывка иглы - выкл.
- промывка инжектора - вкл.
- рабочая кювета - верхняя
- использовать один метод для всей серии анализов.

Со страницы **Управление/Серия анализов** устанавливают следующие параметры:

- требуемая температура +35 °С
- скорость потока при регенерации - 100 мкл/мин
- скорость потока при элюции - 100 мкл/мин
- регенерация - 0 мкл, 50 % Б
- начало - 0 мкл, 50 % Б
- шаг 1 - 500 мкл, 50 % Б
- время измерения - 0,18 с
- длина волны - 250 нм
- номера анализов - от 1 до 12
- номера пробирок - 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2
- объем пробы - 5 мкл
- буфер - не использовать

Примечание - Указанные параметры могут быть записаны в файл метода *Поверка.mtd*, который можно использовать при всех последующих процедурах поверки хроматографа.

Запускают выполнение серии анализов по команде **Начать анализ**. Хроматограф автоматически выполнит серию из 12 анализов, данные автоматически запишутся в файлы с расширением *.chrх в папку *Альфахром\Анализы\ Поверка \DATE* (гггг-мм-дд). При этом результаты измерений, оцениваемые как выбросы (по ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002, п. 3.21, ГОСТ Р 8.736-2011) исключаются и не учитываются в расчетах.

Допускается принимать к расчетам не менее 10 результатов. В случае обнаружения более 2 выбросов проводят необходимое дополнительное число измерений.

В программе "Альфахром" открывают полученные файлы *.chr и экспортируют их в формат *.chr (Файл\Экспорт\Хроматограмму в файл формата *.chr).

Открывают полученные файлы *.chr из папки Альфахром\Анализы\Поверка\DATE в программе МетроС.

Проводят математическую обработку хроматограмм из серии.

Для площади пика и времени удерживания, полученных в серии измерений по вышеуказанной процедуре, рассчитывают средние арифметические значения по формуле:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (3)$$

где

X_i - i -ое измеренное значение выходного сигнала (площади пика или времени удерживания),

n - количество измерений.

Относительное СКО выходных сигналов в процентах рассчитывают по формуле:

$$S = \frac{100}{\bar{X}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}. \quad (4)$$

Результат рассчитывается автоматически по программе МетроС после считывания файлов с расширением *.chr.

Относительное СКО выходного сигнала (площади пика или времени удерживания) должно быть не более 1,0 %.

10.3. Определение относительного изменения выходного сигнала (площади пика, времени удерживания) за 4 часа непрерывной работы.

Обеспечивают непрерывную работу хроматографа в течение 4 ч.

По истечении 4 часов ставят 2 новые пробирки с контрольным раствором 2 в позиции 1 и 2 автодозатора. Повторяют эксперимент и обработку результатов по п. 10.2.

Рассчитывают относительное изменение выходного сигнала (площадь пика, время удерживания) за 4 ч непрерывной работы по формуле:

$$\delta = 100 \cdot \frac{(\bar{X}_t - \bar{X})}{\bar{X}}, \quad (5)$$

где $\bar{X}_t$ - среднее арифметическое значение выходного сигнала (площади пика или времени удерживания), полученное через 4 часа;

$\bar{X}$ - среднее арифметическое значение выходного сигнала (площади пика или времени удерживания), полученное в начале поверки;

δ - относительное изменение выходного сигнала (площадь пика, время удерживания) за 4 ч непрерывной работы, %.

Значения $\bar{X}_t$ и $\bar{X}$ считывают из результатов расчетов по программе МетроС в ячейке таблицы на пересечении строки Среднее и столбца Сигнал.

Результаты считают положительными, если относительное изменение выходного сигнала хроматографа (площадей пиков или времен удерживания) за 4 ч непрерывной работы не превышает ± 3 %.

10.4 Определение предела детектирования

Предел детектирования C_{min} , г/см³, для контрольного компонента определяют с использованием контрольного раствора 4 (Приложение А) и рассчитывают по формуле (6).

$$C_{min} = \frac{2 \cdot \Delta x \cdot G}{H \cdot \mu_{0,5} \cdot v}, \quad (6)$$

где Δx – уровень флуктуационных шумов, е.о.п. определенный по п 10.1;
 G – масса контрольного вещества, г;
 H – высота пика контрольного вещества, е.о.п.;
 $\mu_{0,5}$ – ширина пика на половине высоты, мин;
 v – скорость элюента, см³/мин.

Массу контрольного вещества G для контрольного раствора определяют по формуле (7).

$$G = 10^{-9} \cdot C \cdot V_{\text{доз}}, \quad (7)$$

где C – массовая концентрация контрольного вещества, мг/дм³;
 $V_{\text{доз}}$ – объем введенной пробы контрольного вещества, мм³;
 10^{-9} – пересчетный коэффициент.

Результаты считают положительными, если предел детектирования не превышает $2 \cdot 10^{-9}$ г/см³.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки оформляют и передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений по письменному заявлению владельца или лица, представившего средство измерений на поверку.

11.3 На хроматограф, не удовлетворяющий требованиям настоящей методики поверки, в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений оформляют извещение о непригодности с указанием причин по письменному заявлению владельца или лица, представившего средство измерений на поверку.

11.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его оформлении).

Начальник лаборатории 705
 ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



Е.В. Кулябина

Ведущий инженер лаборатории 705
 ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



О.Н. Мелкова

Методика приготовления контрольных растворов стандартного образца

При приготовлении контрольных растворов используют стандартный образец ГСО 12059-2022, средства измерений и материалы, приведенные в таблице 3 для п. 10.

1. Приготовление раствора 1 с массовой концентрацией $0,2 \text{ мг/см}^3$

Навеску ГСО 20 мг взвешивают на весах и помещают в колбу мерную вместимостью 100 см^3 , добавляют ацетонитрил на половину объема колбы, перемешивают до полного растворения. Затем доводят ацетонитрилом до метки, перемешивают.

2. Приготовление раствора 2 с массовой концентрацией $0,02 \text{ мг/см}^3$

Аликвоту 10 см^3 раствора 1 с помощью колбы мерной вместимостью 10 см^3 переносят в колбу мерную вместимостью 100 см^3 , доводят ацетонитрилом до метки, перемешивают.

3. Приготовление раствора 3 с массовой концентрацией $2 \cdot 10^{-7} \text{ г/см}^3$

Аликвоту 1 см^3 раствора 2 с помощью дозатора пипеточного вместимостью 1 см^3 переносят в колбу мерную вместимостью 100 см^3 , доводят ацетонитрилом до метки, перемешивают.

4. Приготовление раствора 4 с массовой концентрацией $2 \cdot 10^{-9} \text{ г/см}^3$

Аликвоту 1 см^3 раствора 3 с помощью дозатора пипеточного вместимостью 1 см^3 переносят в колбу мерную вместимостью 100 см^3 , доводят ацетонитрилом до метки, перемешивают.