ПромМашТест МЕТРОЛОГИЯ

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

_____ В. А. Лапшинов

М.п. «7» августа 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Хроматограф жидкостный Agilent 1260 Infinity III

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-1284-2026

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на хроматограф жидкостный Agilent 1260 Infinity III (далее – хроматограф) с серийным номером MY25470008/DEGEB03361, предназначенный для измерений содержания компонентов в жидких пробах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

1.2 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной поверки хроматографа перед вводом в эксплуатацию и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки прослеживаемость поверяемого хроматографа реализуется путем применения методик измерений с использованием государственных стандартных образцов утвержденного типа:

- при применении стандартного образца состава кофеина (Кфн СО УНИИМ) ГСО 11872-2022 к Государственному первичному эталону 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 ГЭТ 208-2024, согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений содержания органических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах, утверждённой Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3158 от 28.12.2024 г.;

- при применении стандартного образца сахарозы (Сахароза СО УНИИМ) ГСО 11886-2022 к Государственному первичному эталону массовой (молярной, атомной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе кулонометрии ГЭТ 176-2026, согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах, утверждённой Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 534 от 23.03.2026 г.

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операции при поверке		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной	периодической	
1 Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
2.1 Контроль условий поверки	да	да	8.1
2.2 Подготовка к поверке средства измерений	да	да	8.2
2.3 Опробование средства измерений	да	да	8.3
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и	да	да	10

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операции при поверке		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной	периодической	
подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			
4.1 Определение предела детектирования	да	да	10.1
4.2 Определение относительного среднеквадратического отклонения выходного сигнала (по площади пика, по времени удерживания)	да	да	10.2
4.3 Определение относительного изменения выходного сигнала (по площади пика) за 4 часа непрерывной работы	да	да	10.3

2.2 На основании письменного заявления владельца хроматографа или лица, предоставившего хроматограф на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение периодической поверки на меньшем числе детекторов с указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25;
относительная влажность окружающего воздуха, %	от 20 до 80;
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие техническое образование, изучившие Руководство по эксплуатации хроматографа и имеющие навыки работы с хроматографом.

4.2 Для получения результатов измерений, необходимых для поверки, допускается участие в поверке оператора, обслуживающего (эксплуатирующего) хроматограф (под контролем поверителя).

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений: - температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью ±0,5 °С;	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 рег. № 71394-18

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	- атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью ± 0,3 кПа; - относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 20 % до 80 % с погрешностью ±2 %	
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Стандартные образцы состава кофеина, интервал допускаемых аттестованных значений массовой доли кофеина от 97,00 % до 99,99 %, границы допускаемых значений абсолютной погрешности аттестованного значения СО ±1 %	Стандартный образец состава кофеина (Кфн СО УНИИМ), ГСО 11872-2022
	Стандартные образцы состава сахарозы, интервал допускаемых аттестованных значений массовой доли сахарозы от 95,00 % до 100,00 %, границы допускаемых значений абсолютной погрешности ±0,90 %	Стандартный образец состава сахарозы (Сахароза СО УНИИМ) ГСО 11886-2022
Вспомогательные средства:		
Весы неавтоматического действия, класс точности I в соответствии с ГОСТ OIML R 76-1-2011		Весы неавтоматического действия ACCULAB ATL модификации ACCULAB ATL-80d4, рег. № 57188-14
–Ацетонитрил для градиентной ВЭЖХ ос.ч., ТУ 20.14.43-005-62112778-2020; –Вода для лабораторного анализа 1-ой степени чистоты по ГОСТ Р 52501-2005; –Колбы конические Кн 01-2000-14/23-ТСХ, Кн 01-500-14/23-ТСХ, ГОСТ 25336-82; –Колбы мерные 2-100-2, 2-1000-2, ГОСТ 1770-74; –Мешалка магнитная ПЭ-6100; –Цилиндры мерные 2-500-2, 2-2000-2, ГОСТ 1770-74; –Устройство для фильтрации подвижной фазы в сборе с фильтрующей насадкой вместимостью 500 $см^3$ и приемной колбой – на 2 $дм^3$ в комплекте с мини-насосом для создания вакуума; –Ультразвуковая ванна; –Хроматографическая колонка в соответствии с таблицей Б.1 Приложения Б; –Мембранные фильтры 0,45 мкм, PTFE		
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в Руководстве по эксплуатации.

6.2 При проведении поверки хроматограф должен быть надежно заземлен.

6.3 Помещение, в котором проводят поверку, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

6.4 Следует выполнять требования, изложенные в документах:

- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии. ПТЭЭП» (с изменениями от 07.01.2023 г.), утверждённые приказом Минэнерго России от 12 августа 2022 года N 811;

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утверждённые приказом Минтруда России от 15.12.2020 N 903н (ред. от 29.04.2025).

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

– отсутствие внешних механических повреждений (царапин, вмятин и др.), влияющих на процесс поверки хроматографа;

– правильность установки хроматографа;

– соответствие комплектации хроматографа эксплуатационной документации на него;

– соответствие внешнего вида хроматографа описанию и изображению, приведенному в описании типа;

– правильность подключения капилляров и колонок хроматографа;

– возможность идентификации средства измерений по маркировке;

– исправность органов управления, настройки и коррекции.

7.2 Результат внешнего осмотра считается положительным, если хроматограф соответствует требованиям, перечисленным в п. 7.1. Если перечисленные требования не выполняются, хроматограф признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 В помещении, где будет проходить поверка средств измерений, необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру, атмосферное давление и влажность окружающей среды.

8.1.2 Результаты контроля условий окружающей среды отображают в рабочих записях и в протоколе поверки.

8.2 Подготовка к поверке средства измерений

8.2.1 При подготовке к поверке необходимо провести следующие операции:

– ознакомиться с эксплуатационной документацией на хроматограф, описанием программного обеспечения (далее – ПО) и настоящей методикой поверки;

– убедиться, что хроматограф подготовлен к работе согласно указаниям Руководства по эксплуатации;

– убедиться, что выполнены мероприятия по обеспечению условий безопасности;

– убедиться, что эталоны выдержаны при температуре поверки не менее 24 ч;

– подготовить к работе средства поверки в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации;

– приготовить подвижную фазу и контрольные растворы в соответствии с процедурой, приведенной в Приложении В.

8.3 Опробование средства измерений

8.3.1 Включают питание хроматографа на всех блоках. Прогревают хроматограф в течение одного часа. Устанавливают хроматографическую колонку в термостат. Устанавливают поток 0,5 мл/мин, проверяют отсутствие течей подвижной фазы в местах соединений. Удостоверяются в стабильности давления подвижной фазы на входе в колонку.

8.3.2 Определение дрейфа и уровня флуктуационных шумов нулевого сигнала

Перед проведением измерений хроматограф должен прокачивать поток элюента для стабилизации определяемых параметров не менее двух часов.

Определение дрейфа и уровня флуктуационных шумов нулевого сигнала детекторов проводится с помощью ПО хроматографа. Для этого следует установить хроматографические условия из таблицы Б.1 Приложения Б и снять базовую линию в течение не менее 30 минут.

Измерение уровня флуктуационных шумов проводится по алгоритму Peak-to-Peak и определяется за любой 1-минутный отрезок времени, начиная с 10 минуты записи хроматограммы. Дрейф, начиная с 10-ой минуты записи хроматограммы базовой линии, определяется за 20-минутный отрезок времени и автоматически пересчитывается программой как за один час.

8.3.3 Результат опробования хроматографа считается положительным, если отсутствуют сообщения об ошибках и неисправностях в работе каждого блока, хроматограф стабильно держит давление, полученные значения дрейфа и уровня флуктуационных шумов не превышают значений, указанных в описании типа. Если перечисленные условия не выполняются, хроматограф признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Для проверки соответствия ПО выполняют следующие операции:

9.1.1 Запускают программу OpenLab CDS 2.

9.1.2 В верхнем левом углу «кликают» на вкладку «File», далее нажимают кнопку «About».

9.1.3 В открывшемся окне появляются идентификационные данные ПО хроматографа.

9.1.4 Идентификационные данные ПО должны соответствовать указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	OpenLab CDS 2
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2.7

9.2 Результат подтверждения соответствия ПО считается положительным, если идентификационные данные ПО хроматографа соответствуют указанным в таблице 3. Если это условие не выполняется, хроматограф признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

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

10.1 Определение предела детектирования

10.1.1 С помощью ПО задают условия проведения анализа из Таблицы Б.1 Приложения Б, для этого создают метод и последовательность в соответствии с Руководством по эксплуатации. Дожидаются, пока хроматограф выйдет на режим с заданными условиями.

10.1.2 В инжектор хроматографа вводят 20 мкл контрольного раствора. Состав и концентрация контрольных растворов приведены в таблице Б.1 Приложения Б.

10.1.3 Регистрируют хроматограмму.

10.1.4 После записи хроматограммы проводят ее обработку с помощью ПО и рассчитывают предел детектирования, C_{min}, г/см^3, по формуле (1):

$$C_{min} = \frac{2 \cdot \Delta X \cdot G}{S \cdot V}, \quad (1)$$

$$G = V_{пр} \cdot C_{комп}, \quad (2)$$

где ΔX – уровень флуктуационных шумов, Б, мВ, определенный по п. 8.3.2;

S – площадь пика, Б·с, мВ·с;

V – скорость потока (расход) элюента, $см^3/с$;

G – масса контрольного вещества, г, рассчитанная по формуле (2);

$V_{пр}$ – объем введенной пробы, $см^3$;

$C_{комп}$ – концентрация введенного компонента, $г/см^3$.

10.1.5 Результат определения предела детектирования считается положительным, если полученное значение предела детектирования C_{min} не превышает значения, указанного в таблице А.1 Приложения А. Если это условие не выполняется, хроматограф признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10.2 Определение относительного среднеквадратического отклонения выходного сигнала (по площади пика, по времени удерживания)

10.2.1 В инжектор хроматографа последовательно вводят контрольный раствор из таблицы Б.1 Приложения Б не менее 5 раз.

10.2.2 Регистрируют хроматограммы после каждого введения, затем обрабатывают их с помощью ПО.

10.2.3 Фиксируют площадь пика (далее – S_i) и время удерживания (далее – t_i) контрольного компонента. При этом недостоверные результаты измерений, которые можно оценить как выбросы (см. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения», п. 3.21), отбраковываются и не учитываются в расчетах. В случае обнаружения выбросов проводят необходимое дополнительное число измерений.

10.2.4 Рассчитывают относительное среднеквадратическое отклонение выходного сигнала (по площади пика), S_s, в %, по формуле (3):

$$S_s = \frac{100}{\bar{S}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(S_i - \bar{S})^2}{n-1}}, \quad (3)$$

где Si – площадь пика i-го измерения, Б·с, мВ·с;

n – число полученных результатов измерений;

$\bar{S}$ – среднеарифметическое значение площади пика, Б·с, мВ·с.

10.2.5 Рассчитывают относительное среднеквадратическое отклонение выходного сигнала (по времени удерживания) t_t, в %, по формуле (4):

$$t_t = \frac{100}{\bar{t}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(t_i - \bar{t})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

где t_i – время удерживания i-го измерения, с;

n – число полученных результатов измерений;

$\bar{t}$ – среднеарифметическое значение времени удерживания, с.

10.2.6 Результат определения относительного среднеквадратического отклонения выходного сигнала (по площади пика, по времени удерживания) считается положительным, если полученное значение относительного среднеквадратического отклонения выходного сигнала (по площади пика, по времени удерживания) не превышает значения, указанного в

Таблице А.1 Приложения А. Если это условие не выполняется, хроматограф признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

Примечание – Допускается определение относительного среднеквадратического отклонения выходного сигнала совмещать с определением предела детектирования по п. 10.1.

10.3 Определение относительного изменения выходного сигнала (по площади пика) за 4 часа непрерывной работы

Внимание! Необходимо убедиться, что запаса подвижной фазы (элюента) будет достаточно для работы хроматографа в течение не менее 4 часов.

10.3.1 После проведения операций по п. 10.1, 10.2 оставляют хроматограф в рабочем режиме на 4 часа. Затем в инжектор запускают контрольный раствор не менее двух раз, регистрируют хроматограммы, фиксируют значения выходного сигнала и вычисляют среднее арифметическое значение выходного сигнала.

10.3.2 Относительное изменение выходного сигнала (по площади пика) за 4 часа непрерывной работы хроматографа рассчитывают по формуле (5):

$$\delta = \frac{|\bar{X}_i - \bar{X}|}{\bar{X}} \cdot 100, \qquad (5)$$

где $\overline{X}_i$ – среднее арифметическое значение параметров выходного сигнала (по площади пика) в начальный момент времени;

$\overline{X}$ – среднее арифметическое значение параметра выходного сигнала (по площади пика) через 4 часа непрерывной работы.

10.3.3 Результат операции поверки считают положительным, если полученное значение относительного изменения выходного сигнала (по площади пика) хроматографа за 4 часа непрерывной работы не превышает значений, указанных в Таблице А.1 Приложения А. Если это условие не выполняется, хроматограф признают непригодным к применению.

11 Оформление результатов поверки

11.1 При проведении поверки составляется протокол результатов измерений.

11.2 Сведения об объеме и результатах поверки хроматографа передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

11.3 По заявлению владельца хроматографа или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.4 По заявлению владельца хроматографа или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Ведущий инженер по метрологии
ЛОЕИ ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология» _____ Г.С. Володарская

Инженер по метрологии
ЛОЕИ ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология» _____ О.Н. Бегутова

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики хроматографа

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Предел детектирования, г/см^3, не более: - DAD по кофеину - ELSD по сахарозе	 $3{,}0 \cdot 10^{-9}$ $1{,}0 \cdot 10^{-7}$
Предел допускаемого относительного среднего квадратического отклонения (СКО) результатов измерений (по площади пика, по времени удерживания), %	10
Пределы допускаемого относительного изменения выходного сигнала (по площади пика) за 4 ч непрерывной работы, %	±3,0

Приложение Б
(обязательное)

Хроматографические условия для проведения поверки

Таблица Б.1 - Хроматографические условия для проведения поверки

Детектор	DAD	ELSD
Контрольный раствор, массовая концентрация определяемого компонента	Кофеин/80 % раствор ацетонитрила, 12,5 мкг/см^3	Сахароза/дистиллированная вода, 200 мкг/см^3
Хроматографическая колонка[1)]	Колонка длиной 150 мм и внутренним диаметром 4,6 мм, заполненная сорбентом С18, фракции 5 мкм	Колонка Hi-Plex Ca длиной 300 мм и внутренним диаметром 7,7 мм, фракции 8 мкм
Подвижная фаза (элюент)	80 % ацетонитрил/ 20 % вода	Дистиллированная вода
Расход элюента (скорость потока), мл/мин	1,0	1,0
Поток газа, л/мин	-	1,6
Сглаживание, с	-	1
Частота сбора данных, Гц	-	10
Объем дозирования пробы, мкл	20	20
Температура колонки, °С	25±5	80
Температура испарителя/ небулайзера	-	90 °С/ 50 °С
Рабочая длина волны детекторов	254 нм	-

[1)] При проведении операции поверки на определение уровня флуктуационных шумов и дрейфа рекомендуется, во избежание влияния фазы колонок, заменять их на рестрикторы (пустотелая колонка с диаметром 0,12 мм или капилляры).

Примечание – Допускается применять хроматографические колонки другой длины и диаметра с корректировкой скорости потока подвижной фазы по формуле:

$$F2 = F1 \cdot L1/L2 \cdot d2/d1$$

где F1 — скорость потока по нормативному документу (мл/мин);

F2 — скорректированная скорость потока (мл/мин);

L1, d1 — исходные длина и внутренний диаметр колонки;

L2, d2 — новые длина и внутренний диаметр используемой колонки.

Приложение В
(обязательное)
Процедура приготовления контрольных растворов

В.1 Средства измерений, реактивы, материалы

Стандартный образец состава кофеина (Кфн СО УНИИМ) ГСО 11872-2022;

Стандартный образец состава сахарозы (Сахароза СО УНИИМ) ГСО 11886-2022;

Весы неавтоматического действия ACCULAB ATL модификации ACCULAB ATL-80d4, рег. № 57188-14

Ацетонитрил для градиентной ВЭЖХ ос.ч., ТУ 20.14.43-005-62112778-2020;

Вода для лабораторного анализа 1-ой степени чистоты по ГОСТ Р 52501-2005;

Колбы конические Кн 01-2000-14/23-ТСХ, Кн 01-500-14/23-ТСХ, ГОСТ 25336-82;

Колбы мерные 2-100-2, 2-1000-2, ГОСТ 1770-74;

Цилиндры мерные 2-500-2, 2-2000-2, ГОСТ 1770-74;

Мешалка магнитная ПЭ-6100;

Устройство для фильтрации подвижной фазы в сборе с фильтрующей насадкой вместимостью 500 см^3 и приемной колбой – на 2 дм^3 в комплекте с мини-насосом для создания вакуума;

Ультразвуковая ванна;

Мембранные фильтры 0,45 мкм, PTFE

В.2 Приготовление подвижной фазы при поверке DAD

В коническую колбу вместимостью 2000 см^3 при помощи мерного цилиндра помещают 1600 см^3 ацетонитрила и 400 см^3 воды для лабораторного анализа, закрывают крышкой и ставят на мешалку для тщательного перемешивания подвижной фазы в течение не менее 30 минут. Затем фильтруют полученный элюент на устройстве для фильтрации. Помещают полученную подвижную фазу в ультразвуковую ванну на 10 минут.

В.3 Приготовление контрольных растворов кофеина и сахарозы

Навеску ГСО (12,5 мг – для кофеина, 200 мг – для сахарозы) взвешивают на аналитических весах с точностью до четвертого десятичного знака, далее помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см^3, добавляют указанный в таблице Б.1 Приложения Б растворитель на треть объема колбы и перемешивают до растворения. Затем доводят растворителем до метки, закрывают колбу пробкой и перемешивают.

Растворы пригодны для использования в течение трех суток с момента приготовления.

Массовую долю кофеина (сахарозы) в полученном растворе, $C_к$ ($C_{сах}$), мкг/см^3, рассчитывают по формуле (В.1):

$$C_к\,(C_{сах}) = \frac{C_{ГСО} \cdot m_{нав}}{100 \cdot V_к}, \qquad (В.1)$$

где $C_{ГСО}$ – аттестованное значение массовой доли кофеина (сахарозы) в ГСО, %;

$m_{нав}$ – навеска кофеина (сахарозы), мкг;

$V_к$ – объем колбы для приготовления раствора, см^3

В.4 Расчет относительной погрешности приготовления контрольных растворов

Относительную погрешность приготовления контрольных растворов рассчитывают по формуле (В.2):

$$\delta = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2} \qquad (В.2)$$

$$\delta_1 = (\Delta V_к / V_к) \cdot 100 \qquad (В.3)$$

где $\Delta V_к$ – погрешность измерений объема мерной колбы (в соответствии с ГОСТ 1770-74);

$V_к$ - объем мерной колбы, $см^3$;

δ_1 – погрешность мерной колбы, рассчитанная по формуле (В.3);

δ_2 – границы относительной погрешности аттестованного значения стандартного образца, взятые из паспорта, %;

δ_3 – погрешность дозатора, %;

δ_4 – погрешность весов, %.

Примечание – При определении относительной погрешности учитываются погрешности только тех средств измерений и лабораторной посуды, которые использовались при приготовлении контрольных растворов.