

ОТЧЕТ
по оценке неопределенности результатов измерений

Методика анализа (Шифр)	<i>РД 52.04.186-89 часть II п.4.5.6 Ион-аммония</i>
Наименование	<i>Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Часть 2; 4.5.6. Определение иона аммония</i>
Диапазон измерений	<i>0,05-5,0 мг/дм³.</i>

Входная информация по лабораторной пробе (контрольному образцу)	
Шифр (лабораторный номер):	
Наименование:	

Основное выражение (математическая формула) для измеряемой величины:	
$X = C$	$D = 0,0116 + 0,169 C$

Входные величины:	
V- объем испытуемого образца, см ³	10
D ₀ -значение оптической плотности нулевой пробы	0,005
D _м -Значение оптической плотности мутности образца	0,020
D _с -Значение оптической плотности мутности образца	0,109
D _х -Значение оптической плотности анализируемого образца завычетом холостой и мутности	0,084
C - Измеренное значение концентрации по градуировочному графику, мкг/дм ³	0,281
X - Концентрация ионов-аммония в анализируемой пробе мг/дм ³	0,281

Условия окружающей среды:	
Температура в помещении лаборатории, °С	
Максимальная:	21
Минимальная:	24
Максимальное колебания температуры в лаборатории относительно 20 °С (Δt)	4

Количественное выражение составляющих неопределенности входных величин.		
С -Измеренное значение концентрации по градуировочному графику, мг/дм ³		
Используемое СИ	Спектрофотометр UNICO 2101	
Точность СИ (отн ед.) ГРСИ 54737-13 Пределы допускаемой абсолютной погрешности спектрофотометра при измерении спектральных коэффициентов направленного пропускания, %) ($\delta(T)=1\%$)	1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности оптической плотности $D = \lg \frac{1}{T\%} = -\lg(T/100) \quad T\% = 100 * 10^{-D}$ $\delta(D) = (-\lg(((10^{-D}) * 100 - \delta(T))/100) + \lg(((10^{-D}) * 100 + \delta(T))/100))/2$		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности оптической плотности, анализируемой пробы полученное в ходе определения $\delta(D)$	0,005269939	
Стандартная неопределенность оптической плотности $U(D) = \frac{\delta(D)}{\sqrt{3}}$		
Стандартная неопределенность оптической плотности, анализируемой пробы, полученное в ходе определения $\delta(D)$	0,003042601	
Уравнение для расчета концентрации $X = \frac{D - a}{b}$		
Расчет коэффициентов чувствительности в соответствии Р 50.01.098-2014 (ISO/TS 28037:2010) п. 11.1.3		
Коэффициент чувствительности C(a)	$C(a) = -\frac{1}{b}$	-5,916
Коэффициент чувствительности C(b)	$C(b) = -\frac{D - a}{b^2}$	-2,535
Коэффициент чувствительности C(D)	$C(D) = \frac{1}{b}$	5,916
Расчет стандартной неопределенности в соответствии Р 50.01.098-2014 (ISO/TS 28037:2010) п. 11.1.3		
$U(C) = \sqrt{C^2(a)U^2(a) + C^2(b)U^2(b) + C^2(D)U^2(D) + 2C(a)C(b)cov(a,b)}$		0,019130445
Относительная стандартная неопределенность массовая концентрация определяемого вещества, найденная по градуировочному графику	$\frac{U(C)}{C}$	0,068161652

V- объем испытуемого образца, см ³		
Используемое СИ		Пипетка 10 мл 2 кл ГОСТ 29227
Точность мерной посуды, α см ³ в соответствии ГОСТ 1770-74		0,1
Измеренный объем		10
Распределение внутри заданных границ		Треугольное
Стандартная неопределенность u(V _{м.к.}):	$U(V_{п}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,040824829
Стандартная неопределенность u(V _t):	$U(V_t) = \frac{V \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,020249115
Стандартная неопределенность объема:	$U(V_{п}) = \sqrt{U(V_{м.к.})^2 + U(V_t)^2}$	0,045570751
Относительная стандартная неопределенность объема:	$\frac{U(V)}{V}$	0,004557075

K - Коэффициент объемного расширения бензина 0,00124 °C

**Статистические методы. Определение и использование линейных функций при калибровке.
Р 50.01.098-2014 (ISO/TS 28037:2010)**

Концентрация мг/дм ³		Выходной сигнал (оптическая плотность)						Стандартная неопределенность градуировочного раствора	Стандартная неопределенность оптической плотности
№	X	D1	D2	D3	D4	D5	D6	U _B (X _i)	S(y)
1	0,05	0,014	0,017	0,015	0,014	0,016		0,0010	0,0026
2	0,10	0,027	0,025	0,026	0,023	0,025		0,0011	0,0027
3	0,20	0,055	0,048	0,045	0,040	0,053		0,0014	0,0028
4	0,35	0,076	0,068	0,071	0,067	0,073		0,0026	0,0030
5	0,50	0,098	0,101	0,095	0,099	0,097		0,0031	0,0031
6	0,75	0,155	0,143	0,148	0,145	0,147		0,0054	0,0035
7	1,00	0,182	0,187	0,185	0,184	0,180		0,0062	0,0038
8	1,50	0,282	0,276	0,279	0,224	0,265		0,0216	0,0046
9	2,00	0,347	0,353	0,349	0,348	0,353		0,0224	0,0056
10	2,50	0,423	0,423	0,421	0,422	0,425		0,0235	0,0066
11	3,00	0,500	0,523	0,505	0,511	0,504		0,0247	0,0081

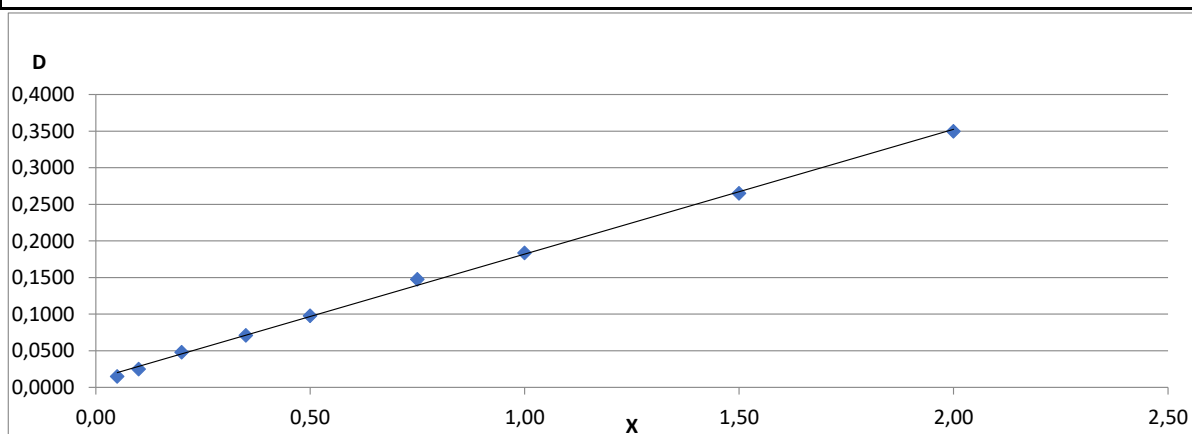
Уравнение градуировочной характеристики: $D = a + bC$

Р 50.01.098-2014 п. 7 Модель, учитывающая неопределенности x_t и y

Оценка градуировочных коэффициентов

a =	0,01155653	U(a)=	0,001412792
b =	0,169040777	U(b)=	0,001809752
cov(a,b)=	-1,63024E-06	χ^2_{obs} =	16,73983423

$$D = 0,0116 + 0,169 C$$



Оценка показателя повторяемости результатов анализа в соответствии с приложением Б РМГ 76-2014

№	№ пробы	Дата	Результат контрольного измерения		Результат контрольной процедуры $r_k = X_{\max} - X_{\min}$	Среднее значение $\bar{X}_{mi} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}_{mli}}{n}$	Выборочная дисперсия результатов единичного анализа $S_{mi}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{mli} - \bar{X}_{mi})^2}{n-1}$
			первичного X_1	повторного X_2			
1	1	14.04.2025	0,2586	0,2405	0,018039687	0,249549008	0,000163
2	2	14.04.2025	0,2706	0,2646	0,006013229	0,267588695	0,000018
3	3	14.04.2025	0,2465	0,2586	0,012026458	0,252555622	0,000072
4	4	14.04.2025	0,2345	0,2526	0,018039687	0,243535779	0,000163
5	5	14.04.2025	0,2345	0,2405	0,006013229	0,23752255	0,000018
6	6	14.04.2025	0,2706	0,2646	0,006013229	0,267588695	0,000018
7	7	14.04.2025	0,5412	0,5232	0,018039687	0,532170776	0,000163
8	8	14.04.2025	0,4811	0,4931	0,012026458	0,487071557	0,000072
9	9	14.04.2025	0,5051	0,5111	0,006013229	0,508117859	0,000018
10	10	14.04.2025	0,5352	0,4991	0,036079375	0,517137703	0,000651
11	11	14.04.2025	0,4931	0,5171	0,024052916	0,505111245	0,000289
Число результатов анализа L							11
Стандартное отклонение повторяемости			$S_{r,m} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^L S_{mi}^2}{L}}$		$\sigma_{r,m} \approx S_{r,m}$		0,010415218

Оценка неопределенности приготовления градуировочных растворов

Условия окружающей среды при приготовлении градуировочных растворов:	
Температура в помещении лаборатории, °С	
Максимальная:	21
Минимальная:	24
Максимальное колебания температуры в лаборатории относительно 20 °С (Δt)	4

Приготовление стандартного раствора 500 мг/дм ³	
Концентрация раствора мг/дм ³	500
Используемое СИ	<i>Весы HR-250AZG</i>
Используемое СИ	<i>Мерная колба 500 см³ 2 кл ГОСТ 1770-74</i>
Квасцы железоммонийные квалификации х.ч.	<i>ГОСТ 4612-77</i>
Массовая доля основного вещества в реактиве (железоаммонийные квасцы) 99,8 %	0,998
Точность весов, α 1 мг (0,001 г) до 50 г соответствии ГРСИ 55204-13, г	0,001
Точность мерной колбы, α см ³ в соответствии ГОСТ 1770-74	0,5
Масса (железоаммонийные квасцы) г.	0,742
Объем мерной колбы, см ³	1000
Распределение внутри заданных границ (масса, температура, массовая доля)	<i>Прямоугольное</i>
Распределение внутри заданных границ (мерная колба)	<i>Треугольное</i>
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{м.к.}})$:	$U(V) = \frac{a}{\sqrt{6}}$ 0,204124145
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$U(V_t) = \frac{V \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$ 0,484974226
Стандартная неопределенность объема мерной колбы:	$U(V_{\text{м.к.}}) = \sqrt{U(V)^2 + U(V_t)^2}$ 0,526181211
Относительная стандартная неопределенность объема м.к $V_{\text{м.к.}}$:	$\frac{U(V_{\text{м.к.}})}{V_{\text{м.к.}}}$ 0,000526181
Стандартная неопределенность весов $u(m)$:	$U(m) = \frac{a}{\sqrt{3}}$ 0,00057735
Относительная стандартная неопределенность массы масла	$\frac{U(m)}{m}$ 0,0007781
Стандартная неопределенность содержания основного вещества в реактиве:	$U(P) = \frac{1 - a}{\sqrt{3}}$ 0,001154701
Относительная содержания основного вещества в реактиве:	$\frac{U(P)}{P}$ 0,0015562

Относительная стандартная неопределенность стандартного раствора $\frac{U(C_{500})}{C_{500}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{\text{м.к.}})}{V_{\text{м.к.}}}\right)^2 + \left(\frac{U(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{U(P)}{P}\right)^2}$	0,001817709
Стандартная неопределенность основного раствора $U(C)$ мкг	0,909

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление стандартного раствора 5 мг/дм³	
Концентрация раствора мг/см ³	5
Используемое СИ	Пипетка 5 мл 2 кл ГОСТ 29227
Используемое СИ	Мерная колба 500 см ³ 2 кл ГОСТ 1770-74
Точность пипетки, α см ³	0,05
Точность мерной колбы, α см ³	0,5
Взятый объем аликвоты раствора ГСО пипеткой, см ³	5
Объем мерной колбы, см ³	500
Распределение внутри заданных границ (температура)	Прямоугольное
Распределение внутри заданных границ (пипетка, мерная колба)	Треугольное
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{пипетки}})$: $U(V_{\text{пипетки}}) = \frac{\alpha}{\sqrt{6}}$	0,020412415
Стандартная неопределенность $u(Vt)$: $u(Vt) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,002424871
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a : $U(V_a) = \sqrt{U^2(V_{\text{пипетки}}) + U^2(V_t)}$	0,02055594
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{\text{п}}$: $\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,004111188
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{мерной колбы}})$: $U(V_{\text{м.к.}}) = \frac{\alpha}{\sqrt{6}}$	0,204124145
Стандартная неопределенность $u(Vt)$: $u(Vt) = \frac{V_{\text{м.к.}} \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,242487113
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{\text{м.к.}}$: $U(V_{\text{м.к.}}) = \sqrt{U^2(V_{\text{м.к.}}) + U^2(V_t)}$	0,316964772
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{\text{м.к.}}$: $\frac{U(V_{\text{м.к.}})}{V_{\text{м.к.}}}$	0,00063393
Относительная стандартная неопределенность раствора 500 мг/дм ³	0,001817709

Относительная стандартная неопределенность основного раствора	$\frac{U(C_5)}{C_5} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{\text{п}})}{V_{\text{п}}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{\text{к}})}{V_{\text{к}}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_{500})}{C_{500}}\right)^2}$	0,004539581
Стандартная неопределенность основного раствора $U(C)$		0,022697907

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление рабочего раствора №1		
Концентрация градуировочного раствора мг/дм ³		0,05
Используемое СИ		<i>Пипетка 5 мл 2 кл ГОСТ 29227</i>
Используемое СИ		<i>Мерная колба 100 см³ 2 кл ГОСТ 1770-74</i>
Точность пипетки, α см ³		0,05
Точность мерной колбы, α см ³		0,2
Взятый объем аликвоты раствора ГСО пипеткой, см ³		1
Объем мерной колбы, см ³		100
Распределение внутри заданных границ (температура)		<i>Прямоугольное</i>
Распределение внутри заданных границ (пипетка, мерная колба)		<i>Треугольное</i>
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{пипетки}})$:	$U(V_{\text{пипетки}}) = \frac{\alpha}{\sqrt{6}}$	0,020412415
Стандартная неопределенность $u(Vt)$:	$u(Vt) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,000484974
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a :	$U(V_a) = \sqrt{U^2(V_{\text{пипетки}}) + U^2(V_t)}$	0,020418175
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{\text{п}}:$	$\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,020418175
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{мерной колбы}})$:	$U(V_{\text{МК}}) = \frac{\alpha}{\sqrt{6}}$	0,081649658
Стандартная неопределенность $u(Vt)$:	$u(Vt) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,048497423
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{\text{м.к.}}$:	$U(V_{\text{М.к.}}) = \sqrt{U^2(V_{\text{МК}}) + U^2(V_t)}$	0,094966661
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{\text{м.к.}}$:	$\frac{U(V_{\text{МК}})}{V_{\text{МК}}}$	0,000949667
Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО № 5 мг/дм ³		0,004539581

Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО	$\frac{U(C_{ГХ})}{C_{ГХ}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{п})}{V_{п}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{к})}{V_{к}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_5)}{C_5}\right)^2}$	0,020938279
Стандартная неопределенность градуировочного раствора $U(C)$		0,001046914

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление рабочего раствора №2		
Концентрация градуировочного раствора мг/дм ³		0,1
Используемое СИ		<i>Пипетка 5 мл 2 кл ГОСТ 29227</i>
Используемое СИ		<i>Мерная колба 100 см³ 2 кл ГОСТ 1770-74</i>
Точность пипетки, α см ³		0,05
Точность мерной колбы, α см ³		0,2
Взятый объем аликвоты раствора ГСО пипеткой, см ³		2
Объем мерной колбы, см ³		100
Распределение внутри заданных границ (температура)		<i>Прямоугольное</i>
Распределение внутри заданных границ (пипетка, мерная колба)		<i>Треугольное</i>
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{пипетки}})$:	$U(V_{\text{пипетки}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,020412415
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,000969948
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a :	$U(V_a) = \sqrt{U^2(V_{\text{пипетки}}) + U^2(V_t)}$	0,020435446
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{п}$:	$\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,010217723
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{мерной колбы}})$:	$U(V_{\text{МК}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,081649658
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,048497423
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{\text{м.к.}}$:	$U(V_{\text{м.к.}}) = \sqrt{U^2(V_{\text{МК}}) + U^2(V_t)}$	0,094966661
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{\text{м.к.}}$:	$\frac{U(V_{\text{МК}})}{V_{\text{МК}}}$	0,000949667
Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО 5 мг/дм ³		0,004539581

Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО	$\frac{U(C_{ГХ})}{C_{ГХ}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{п})}{V_{п}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{к})}{V_{к}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_5)}{C_5}\right)^2}$	0,011221031
Стандартная неопределенность градуировочного раствора $U(C)$		0,001122103

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление рабочего раствора №3		
Концентрация градуировочного раствора мг/дм ³		0,2
Используемое СИ		<i>Пипетка 5 мл 2 кл ГОСТ 29227</i>
Используемое СИ		<i>Мерная колба 100 см³ 2 кл ГОСТ 1770-74</i>
Точность пипетки, α см ³		0,05
Точность мерной колбы, α см ³		0,2
Взятый объем аликвоты раствора ГСО пипеткой, см ³		4
Объем мерной колбы, см ³		100
Распределение внутри заданных границ (температура)		<i>Прямоугольное</i>
Распределение внутри заданных границ (пипетка, мерная колба)		<i>Треугольное</i>
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{пипетки}})$:	$U(V_{\text{пипетки}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,020412415
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,001939897
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a :	$U(V_a) = \sqrt{U^2(V_{\text{пипетки}}) + U^2(V_t)}$	0,020504387
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{п}$:	$\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,005126097
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{мерной колбы}})$:	$U(V_{\text{МК}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,081649658
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,048497423
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{\text{м.к.}}$:	$U(V_{\text{М.к.}}) = \sqrt{U^2(V_{\text{МК}}) + U^2(V_t)}$	0,094966661
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{\text{м.к.}}$:	$\frac{U(V_{\text{МК}})}{V_{\text{МК}}}$	0,000949667
Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО 5 мг/дм ³		0,004539581

Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО $\frac{U(C_{ГХ})}{C_{ГХ}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{п})}{V_{п}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{к})}{V_{к}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_5)}{C_5}\right)^2}$	0,00691278
Стандартная неопределенность градуировочного раствора $U(C)$	0,001382556

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление рабочего раствора №4	
Концентрация градуировочного раствора мг/дм ³	0,35
Используемое СИ	<i>Пипетка 10 мл 2 кл ГОСТ 29227</i>
Используемое СИ	<i>Мерная колба 100 см³ 2 кл ГОСТ 1770-74</i>
Точность пипетки, α см ³	<i>0,1</i>
Точность мерной колбы, α см ³	<i>0,2</i>
Взятый объем аликвоты раствора ГСО пипеткой, см ³	<i>7</i>
Объем мерной колбы, см ³	<i>100</i>
Распределение внутри заданных границ (температура)	<i>Прямоугольное</i>
Распределение внутри заданных границ (пипетка, мерная колба)	<i>Треугольное</i>
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{пипетки}})$: $U(V_{\text{пипетки}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	<i>0,040824829</i>
Стандартная неопределенность $u(V_t)$: $u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	<i>0,00339482</i>
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a : $U(V_a) = \sqrt{U^2(V_{\text{пипетки}}) + U^2(V_t)}$	<i>0,040965735</i>
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{п}$: $\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,005852248
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{мерной колбы}})$: $U(V_{\text{МК}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	<i>0,081649658</i>
Стандартная неопределенность $u(V_t)$: $u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	<i>0,048497423</i>
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{\text{м.к.}}$: $U(V_{\text{м.к.}}) = \sqrt{U^2(V_{\text{МК}}) + U^2(V_t)}$	<i>0,094966661</i>
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{\text{м.к.}}$: $\frac{U(V_{\text{МК}})}{V_{\text{МК}}}$	0,000949667
Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО 5 мг/дм ³	0,004539581

Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО	$\frac{U(C_{ГХ})}{C_{ГХ}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{п})}{V_{п}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{к})}{V_{к}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_5)}{C_5}\right)^2}$	0,007467159
Стандартная неопределенность градуировочного раствора $U(C)$		0,002613506

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление рабочего раствора №5		
Концентрация градуировочного раствора мг/дм ³		0,5
Используемое СИ		<i>Пипетка 10 мл 2 кл ГОСТ 29227</i>
Используемое СИ		<i>Мерная колба 100 см³ 2 кл ГОСТ 1770-74</i>
Точность пипетки, α см ³		<i>0,1</i>
Точность мерной колбы, α см ³		<i>0,2</i>
Взятый объем аликвоты раствора ГСО пипеткой, см ³		10
Объем мерной колбы, см ³		100
Распределение внутри заданных границ (температура)		<i>Прямоугольное</i>
Распределение внутри заданных границ (пипетка, мерная колба)		<i>Треугольное</i>
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{пипетки}})$:	$U(V_{\text{пипетки}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	<i>0,040824829</i>
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	<i>0,004849742</i>
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a :	$U(V_a) = \sqrt{U^2(V_{\text{пипетки}}) + U^2(V_t)}$	<i>0,04111188</i>
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{п}$:	$\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,004111188
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{мерной колбы}})$:	$U(V_{\text{МК}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	<i>0,081649658</i>
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	<i>0,048497423</i>
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{\text{м.к.}}$:	$U(V_{\text{м.к.}}) = \sqrt{U^2(V_{\text{МК}}) + U^2(V_t)}$	<i>0,094966661</i>
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{\text{м.к.}}$:	$\frac{U(V_{\text{МК}})}{V_{\text{МК}}}$	0,000949667
Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО 5 мг/дм ³		0,004539581

Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО $\frac{U(C_{ГХ})}{C_{ГХ}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{п})}{V_{п}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{к})}{V_{к}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_5)}{C_5}\right)^2}$	0,006197704
Стандартная неопределенность градуировочного раствора $U(C)$	0,003098852

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление рабочего раствора №6	
Концентрация градуировочного раствора мг/дм ³	0,75
Используемое СИ	Пипетка 25 мл 2 кл ГОСТ 29227
Используемое СИ	Мерная колба 100 см ³ 2 кл ГОСТ 1770-74
Точность пипетки, α см ³	0,2
Точность мерной колбы, α см ³	0,2
Взятый объем аликвоты раствора ГСО пипеткой, см ³	15
Объем мерной колбы, см ³	100
Распределение внутри заданных границ (температура)	Прямоугольное
Распределение внутри заданных границ (пипетка, мерная колба)	Треугольное
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{пипетки}})$: $U(V_{\text{пипетки}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,081649658
Стандартная неопределенность $u(V_t)$: $u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,007274613
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a : $U(V_a) = \sqrt{U^2(V_{\text{пипетки}}) + U^2(V_t)}$	0,081973085
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{п}$: $\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,005464872
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{мерной колбы}})$: $U(V_{\text{МК}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,081649658
Стандартная неопределенность $u(V_t)$: $u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,048497423
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{\text{м.к.}}$: $U(V_{\text{м.к.}}) = \sqrt{U^2(V_{\text{МК}}) + U^2(V_t)}$	0,094966661
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{\text{м.к.}}$: $\frac{U(V_{\text{МК}})}{V_{\text{МК}}}$	0,000949667
Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО 5 мг/дм ³	0,004539581

Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО	$\frac{U(C_{ГХ})}{C_{ГХ}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{п})}{V_{п}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{к})}{V_{к}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_5)}{C_5}\right)^2}$	0,0071676
Стандартная неопределенность градуировочного раствора $U(C)$		0,0053757

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление рабочего раствора №7		
Концентрация градуировочного раствора мг/дм ³		1
Используемое СИ		Пипетка 25 мл 2 кл ГОСТ 29227
Используемое СИ		Мерная колба 100 см ³ 2 кл ГОСТ 1770-74
Точность пипетки, α см ³		0,2
Точность мерной колбы, α см ³		0,2
Взятый объем аликвоты раствора ГСО пипеткой, см ³		20
Объем мерной колбы, см ³		100
Распределение внутри заданных границ (температура)		Прямоугольное
Распределение внутри заданных границ (пипетка, мерная колба)		Треугольное
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{пипетки}})$:	$U(V_{\text{пипетки}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,081649658
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,009699485
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a :	$U(V_a) = \sqrt{U^2(V_{\text{пипетки}}) + U^2(V_t)}$	0,08222376
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{п}$:	$\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,004111188
Стандартная неопределенность $u(V_{\text{мерной колбы}})$:	$U(V_{\text{МК}}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,081649658
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,048497423
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{\text{м.к.}}$:	$U(V_{\text{м.к.}}) = \sqrt{U^2(V_{\text{МК}}) + U^2(V_t)}$	0,094966661
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{\text{м.к.}}$:	$\frac{U(V_{\text{МК}})}{V_{\text{МК}}}$	0,000949667
Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО 5 мг/дм ³		0,004539581

Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО	$\frac{U(C_{ГХ})}{C_{ГХ}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{п})}{V_{п}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{к})}{V_{к}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_5)}{C_5}\right)^2}$	0,006197704
Стандартная неопределенность градуировочного раствора $U(C)$		0,006197704

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление рабочего раствора №8		
Концентрация градуировочного раствора мг/дм ³		1,5
Используемое СИ		Цилиндр 50 см ³ 2 кл ГОСТ 1770-74
Используемое СИ		Мерная колба 100 см ³ 2 кл ГОСТ 1770-74
Точность цилиндра, α см ³		1
Точность мерной колбы, α см ³		0,2
Взятый объем аликвоты раствора ГСО, см ³		30
Объем мерной колбы, см ³		100
Распределение внутри заданных границ (температура)		Прямоугольное
Распределение внутри заданных границ (цилиндр, мерная колба)		Треугольное
Стандартная неопределенность $u(V_{ц})$:	$U(V_{ц}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,40824829
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,014549227
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a :	$U(V_a) = \sqrt{U(V_{ц})^2 + U(V_t)^2}$	0,408507462
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{п}$:	$\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,013616915
Стандартная неопределенность $u(V_{МК})$:	$U(V_{МК}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,081649658
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,048497423
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{м.к.}$:	$U(V_{м.к.}) = \sqrt{U^2(V_{МК}) + U^2(V_t)}$	0,094966661
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{м.к.}$:	$\frac{U(V_{МК})}{V_{МК}}$	0,000949667
Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО 5 мг/дм ³		0,004539581

Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО	$\frac{U(C_{ГХ})}{C_{ГХ}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{ц})}{V_{ц}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{к})}{V_{к}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_5)}{C_5}\right)^2}$	0,014385063
Стандартная неопределенность градуировочного раствора $U(C)$		0,021577595

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление рабочего раствора №9		
Концентрация градуировочного раствора мг/дм ³		2
Используемое СИ		Цилиндр 50 см ³ 2 кл ГОСТ 1770-74
Используемое СИ		Мерная колба 100 см ³ 2 кл ГОСТ 1770-74
Точность цилиндра, α см ³		1
Точность мерной колбы, α см ³		0,2
Взятый объем аликвоты раствора ГСО, см ³		40
Объем мерной колбы, см ³		100
Распределение внутри заданных границ (температура)		Прямоугольное
Распределение внутри заданных границ (цилиндр, мерная колба)		Треугольное
Стандартная неопределенность $u(V_{ц})$:	$U(V_{ц}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,40824829
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,019398969
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a :	$U(V_a) = \sqrt{U(V_{ц})^2 + U(V_t)^2}$	0,408708927
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{п}$:	$\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,010217723
Стандартная неопределенность $u(V_{мерной колбы})$:	$U(V_{МК}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,081649658
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,048497423
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{м.к.}$:	$U(V_{м.к.}) = \sqrt{U^2(V_{МК}) + U^2(V_t)}$	0,094966661
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{м.к.}$:	$\frac{U(V_{МК})}{V_{МК}}$	0,000949667
Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО 5 мг/дм ³		0,004539581

Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО	$\frac{U(C_{ГХ})}{C_{ГХ}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{ц})}{V_{ц}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{к})}{V_{к}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_5)}{C_5}\right)^2}$	0,011221031
Стандартная неопределенность градуировочного раствора $U(C)$		0,022442062

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление рабочего раствора №10		
Концентрация градуировочного раствора мг/дм ³		2,5
Используемое СИ		Цилиндр 50 см ³ 2 кл ГОСТ 1770-74
Используемое СИ		Мерная колба 100 см ³ 2 кл ГОСТ 1770-74
Точность цилиндра, α см ³		1
Точность мерной колбы, α см ³		0,2
Взятый объем аликвоты раствора ГСО, см ³		50
Объем мерной колбы, см ³		100
Распределение внутри заданных границ (температура)		Прямоугольное
Распределение внутри заданных границ (цилиндр, мерная колба)		Треугольное
Стандартная неопределенность $u(V_{ц})$:	$U(V_{ц}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,40824829
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,024248711
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a :	$U(V_a) = \sqrt{U(V_{ц})^2 + U(V_t)^2}$	0,408967806
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{п}$:	$\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,008179356
Стандартная неопределенность $u(V_{мерной колбы})$:	$U(V_{МК}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,081649658
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,048497423
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{м.к.}$:	$U(V_{М.К.}) = \sqrt{U^2(V_{М.К.}) + U^2(V_t)}$	0,094966661
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{м.к.}$:	$\frac{U(V_{МК})}{V_{МК}}$	0,000949667
Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО 5 мг/дм ³		0,004539581

Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО	$\frac{U(C_{ГХ})}{C_{ГХ}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{ц})}{V_{ц}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{к})}{V_{к}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_5)}{C_5}\right)^2}$	0,009402741
Стандартная неопределенность градуировочного раствора $U(C)$		0,023506852

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Приготовление рабочего раствора №11		
Концентрация градуировочного раствора мг/дм ³		3
Используемое СИ		Цилиндр 100 см ³ 2 кл ГОСТ 1770-74
Используемое СИ		Мерная колба 100 см ³ 2 кл ГОСТ 1770-74
Точность цилиндра, α см ³		1
Точность мерной колбы, α см ³		0,2
Взятый объем аликвоты раствора ГСО, см ³		60
Объем мерной колбы, см ³		100
Распределение внутри заданных границ (температура)		Прямоугольное
Распределение внутри заданных границ (цилиндр, мерная колба)		Треугольное
Стандартная неопределенность $u(V_{ц})$:	$U(V_{ц}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,40824829
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,029098454
Стандартная неопределенность объема пипетки V_a :	$U(V_a) = \sqrt{U(V_{ц})^2 + U(V_t)^2}$	0,409283993
Относительная стандартная неопределенность объема пипетки $V_{п}$:	$\frac{U(V_a)}{V_a}$	0,0068214
Стандартная неопределенность $u(V_{МК})$:	$U(V_{МК}) = \frac{a}{\sqrt{6}}$	0,081649658
Стандартная неопределенность $u(V_t)$:	$u(V_t) = \frac{V_a \cdot K \cdot \Delta t}{\sqrt{3}}$	0,048497423
Стандартная неопределенность объема м.к. $V_{м.к.}$:	$U(V_{м.к.}) = \sqrt{U^2(V_{МК}) + U^2(V_t)}$	0,094966661
Относительная стандартная неопределенность объема $V_{м.к.}$:	$\frac{U(V_{МК})}{V_{МК}}$	0,000949667
Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО 5 мг/дм ³		0,004539581

<p>Относительная стандартная неопределенность раствора ГСО</p> $\frac{U(C_{ГХ})}{C_{ГХ}} = \sqrt{\left(\frac{U(V_{ц})}{V_{ц}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{к})}{V_{к}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_5)}{C_5}\right)^2}$	<p>0,008248707</p>
<p>Стандартная неопределенность градуировочного раствора $U(C)$</p>	<p>0,02474612</p>

K - Коэффициент объемного расширения воды $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$

Бюджет неопределенности			
Источник неопределенности		Тип оценки	относительная стандартная неопределенность
Стандартное отклонение результатов измерений полученных в условиях повторяемости σ (Значение предела повторяемости в соответствии с п. 10 ГОСТ 32514-2023 $r = 3$ мг/дм ³)	$\frac{\sigma_{r_n}}{X}$	А	0,037109356
Относительная стандартная неопределенность массовая концентрация определяемого вещества, найденная по градуировочному графику	$\frac{U(C)}{C}$	В	0,068161652
Относительная стандартная неопределенность объема испытуемого образца:	$\frac{U(V)}{V}$	В	0,004557075
$\frac{U(X)}{X} = \sqrt{\left(\frac{U(\sigma_{r_n})}{X}\right)^2 + \left(\frac{U(X_{гр})}{X_{гр}}\right)^2 + \left(\frac{U(V)}{V}\right)^2}$			0,077742408
Суммарная стандартная относительная неопределенность $U_{отн}$			0,077742408
Расширенная стандартная относительная неопределенность $U_{отн}$ (при $k=2$)			0,155484815
X - Концентрация ионов-аммония в анализируемой пробе мг/дм³			0,281
Неопределенность результата измерения мг/дм ³ : $U(X)_{k=2}$			0,044
Неопределенность результата измерения %: $U(X)_{k=2}$			16