

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ –  
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ  
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»  
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

Е.П. Соби́на

17 апреля 2023 г.



«ГСИ. Спектрофотометры атомно-абсорбционные GGX.  
Методика поверки»

МП 11-251-2023

Екатеринбург  
2023 г.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНА Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)
2. ИСПОЛНИТЕЛЬ ведущий инженер лаб. 251, Засухин А.С.
3. СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	4
2	Нормативные ссылки.....	5
3	Перечень операций поверки средства измерений .....	5
4	Требования к условиям проведения поверки.....	6
5	Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	6
6	Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	6
7	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	7
8	Внешний осмотр средства измерений .....	7
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений .....	8
10	Проверка программного обеспечения средства измерений .....	8
11	Определение метрологических характеристик средства измерений.....	10
12	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям ..	10
13	Оформление результатов поверки .....	11
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	13

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на спектрофотометры атомно-абсорбционные GGX (далее – спектрофотометры), выпускаемые «BEIJING HAIGUANG INSTRUMENT CO., LTD.», КНР. Спектрофотометры подлежат первичной и периодической поверке. Поверка спектрофотометров должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки прослеживаемость спектрофотометров обеспечивается к ГЭТ 176-2019 «Государственному первичному эталону единиц массовой (молярной, атомной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе кулонометрии» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 19.02.2021 г. № 148 в редакции приказа Росстандарта от 17.05.2021 г. №761 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в жидких и твердых веществах и материалах».

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки спектрофотометров, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение для моделей		
	GGX-600, GGX-610, GGX-810, GGX-810A, GGX-910	GGX-830, GGX-830A, GGX-900 HGA-E50	GGX-820 GGX-920
Характеристическая концентрация при пламенном способе атомизации пробы, мкг/дм <sup>3</sup> , не более <sup>1)</sup> :			
– кадмий (Cd, λ=228,8 нм)	10		–
– медь (Cu, λ=324,8 нм)	25		–
Характеристическая концентрация при пламенном способе атомизации пробы, мкг/дм <sup>3</sup> , не более <sup>2)</sup> :			
– кадмий (Cd, λ=228,8 нм)	30		–
– медь (Cu, λ=324,8 нм)	40		–
Характеристическая концентрация при электротермическом способе атомизации, мкг/дм <sup>3</sup> , не более <sup>3)</sup> :			
– кадмий (Cd, λ=228,8 нм)	–	0,06	
Предел обнаружения (по критерию 3σ) при пламенном способе атомизации пробы мкг/дм <sup>3</sup> , не более <sup>1)</sup> :			
– кадмий (Cd, λ=228,8 нм)	6		–
– медь (Cu, λ=324,8 нм)	8		–
Предел обнаружения (по критерию 3σ) при пламенном способе атомизации пробы мкг/дм <sup>3</sup> , не более <sup>2)</sup> :			
– кадмий (Cd, λ=228,8 нм)	8		–
– медь (Cu, λ=324,8 нм)	8		–
Предел обнаружения (по критерию 3σ) при электротермическом способе атомизации пробы, мкг/дм <sup>3</sup> , не более <sup>3)</sup> :			
– кадмий (Cd, λ=228,8 нм)	–	0,07	

Наименование характеристики	Значение для моделей		
	GGX-600, GGX-610, GGX-810, GGX-810A, GGX-910	GGX-830, GGX-830A, GGX-900 HGA-E50	GGX-820 GGX-920
Предел допускаемого относительного среднего квадратического отклонения результатов измерений массовой концентрации при пламенном способе атомизации, %, не более <sup>1)</sup> : – кадмий (Cd, $\lambda=228,8$ нм) – медь (Cu, $\lambda=324,8$ нм)	2,0 2,0		– –
Предел допускаемого относительного среднего квадратического отклонения результатов измерений массовой концентрации при пламенном способе атомизации, %, не более <sup>2)</sup> : – кадмий (Cd, $\lambda=228,8$ нм) – медь (Cu, $\lambda=324,8$ нм)	2,0 2,0		– –
Предел допускаемого относительного среднего квадратического отклонения результатов измерений массовой концентрации при электротермическом способе атомизации, %, не более <sup>3)</sup> : – кадмий (Cd, $\lambda=228,8$ нм)	–		4,0
<sup>1)</sup> при использовании распылителя типа 1; <sup>2)</sup> при использовании распылителя типа 2; <sup>3)</sup> при объеме 20 мм <sup>3</sup>			

## 2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

- Приказ Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- Приказ Росстандарта Российской Федерации от 19.02.2021 г. № 148 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах»;
- ГОСТ Р 52501-2005 Вода для лабораторного анализа. Технические условия;
- ГОСТ 1770-74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия;
- ГОСТ 29227-91 Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки градуированные. Часть 1. Общие требования;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

## 3 Перечень операций поверки средства измерений

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	11
Определение характеристической концентрации и предела обнаружения элементов	да	да	11.1
Определение относительного среднего квадратического отклонения результатов измерений массовой концентрации элементов	да	да	11.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	12

3.2 В случае, невыполнения требований хотя бы к одной из операций поверка прекращается и выполняются операции по п. 13.4.

3.3 На основании письменного заявления владельца спектрофотометра или лица, представившего спектрофотометр на поверку, оформленного в произвольной форме, допускается проведение периодической поверки моделей GGX-830, GGX-830A, GGX-900 и HGA-E50 для одного из атомизаторов (пламенного или электротермического) с указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки. Данная информация приводится в свидетельстве о поверке (в случае его оформления) и в сведениях, направляемых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

#### 4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от + 15 до + 25
- относительная влажность, %, не более 80

#### 5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке спектрофотометров допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителя, изучившие руководство по эксплуатации на спектрофотометры (далее – РЭ) и настоящую методику поверки.

#### 6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 10 °С до плюс 40 °С с абсолютной погрешностью не более	Термогигрометры электронные «CENTER» моделей 310, 311, 313, 314, 315, 316 (рег.№ 22129-09)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 %, с абсолютной погрешностью не более 3 %	
п.11 Определение метрологических характеристик средства измерений	Вода для лабораторного анализа 1-ой степени очистки по ГОСТ Р 52501-2005 Стандартные образцы состава водных растворов ионов кадмия, интервал допускаемых аттестованных значений массовой концентрации ионов кадмия от 0,95 до 1,05 г/дм <sup>3</sup> , границы допускаемой относительной погрешности аттестованного значения при P=0,95 не хуже ±1 %;	ГСО 11255-2018 ГСО 7255-96 ГСО 7874-2000
	Стандартные образцы состава водного раствора ионов меди, интервал допускаемых аттестованных значений массовой концентрации меди от 0,95 до 1,05 г/дм <sup>3</sup> , границы допускаемой относительной погрешности аттестованного значения при P=0,95 не хуже ±1 %;	ГСО 10942-2017 ГСО 7472-98 ГСО 7836-2000
<i>Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, стандартные образцы утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6.2 Стандартные образцы, применяемые для поверки, должны быть утвержденного типа и иметь действующий паспорт, средства измерений должны быть утвержденного типа и поверены.

6.3 При выборе средств поверки в части СО рекомендуется отдавать приоритет СО с установленной метрологической прослеживаемостью к государственным первичным эталонам единиц величин того же рода.

## **7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0

## **8 Внешний осмотр средства измерений**

8.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида спектрофотометра сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений спектрофотометра;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- наличие обозначения и серийного номера, четкость маркировки, а также отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность спектрофотометра.

## **9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с п.6 настоящей методики поверки.

9.2 Перед проведением поверки спектрофотометр готовят к работе в соответствии с РЭ, проверяют работоспособность органов управления и регулировки спектрофотометра.

9.3 Стандартные образцы готовят к поверке в соответствии с их паспортами.

9.4 При включении спектрофотометра должны отсутствовать сообщения об ошибках.

9.5 Готовят контрольные растворы в соответствии с Приложением А настоящей методики поверки.

9.6 Лампы с полым катодом устанавливают в револьверную головку. В ПО спектрофотометра устанавливают силу тока лампы равную 4 мА.

## **10 Проверка программного обеспечения средства измерений**

10.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) спектрофотометра: в строке команд выбирают «Help» пункт меню «About». Наименование и номер версии ПО спектрофотометра должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4.



Таблица 4 – Идентификационные данные ПО спектрофотометра

Идентификационные данные (признаки)	Значение для модели										
	GGX-600	GGX-610	GGX-810	GGX-810A	GGX-820	GGX-830	GGX-830A	GGX-900	GGX-910	GGX-920	HGA-E50
Идентификационное наименование ПО	Atomic absorption spectrophotometer										
	Model: GGX-600	Model: GGX-610	Model: GGX-810	Model: GGX-810A	Model: GGX-820	Model: GGX-830	Model: GGX-830A	Model: GGX-900	Model: GGX-910	Model: GGX-920	Model: HGA-E Series
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	V1.6.5	V1.6.5	V1.6.5	V1.6.5	V1.6.5	V1.6.5	V1.6.5	V1.6.5	V1.6.5	V1.6.5	V1.1
Цифровой идентификатор ПО	-										

## 11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение характеристической концентрации и предела обнаружения элементов

11.1.1 Последовательно подавая на вход спектрофотометра:

- контрольный раствор № 1 и контрольный раствор № 2 измерить оптическую плотность не менее 10 раз (10 реплик) для пламенного способа атомизации пробы;
- контрольный раствор № 1 и контрольный раствор № 3 (объем дозирования – 20 мм<sup>3</sup>) измерить оптическую плотность не менее 10 раз для электротермического способа атомизации пробы.

Результаты измерений оптической плотности занести в протокол произвольной формы. При помощи ПО спектрофотометра построить градуировочные зависимости для каждого анализируемого элемента при каждом способе атомизации.

11.1.2 Для пламенного способа атомизации пробы подать на вход спектрометра контрольный раствор № 1. Провести измерения оптической плотности для кадмия и меди в пробе на длинах волн 228,8 и 324,8 нм, соответственно, не менее 10 раз (10 реплик).

11.1.3 Для электротермического способа атомизации пробы поместить в графитовую кювету 20 мм<sup>3</sup> контрольного раствора № 1. Провести измерения оптической плотности для кадмия в пробе на длине волны 228,8 нм. Повторить измерения не менее 10 раз.

Результаты измерений оптической плотности занести в протокол произвольной формы.

11.2 Определение относительного среднего квадратического отклонения результатов измерений массовой концентрации элементов

11.2.1 Для пламенного способа атомизации пробы подать на вход спектрофотометра контрольный раствор № 2, приготовленный в соответствии с приложением А настоящей методики поверки. Провести измерения массовой концентрации кадмия и меди на длинах волн 228,8 нм и 324,8 нм, соответственно, не менее 10 раз (10 реплик). Результаты измерений массовой концентрации элементов занести в протокол произвольной формы.

11.2.2 Для электротермического способа атомизации пробы поместить в графитовую кювету 20 мм<sup>3</sup> контрольного раствора № 3, приготовленного в соответствии с приложением А настоящей методики поверки. Провести измерения массовой концентрации кадмия на длине волны 228,8 нм. Повторить измерения не менее 10 раз. Результаты измерений массовой концентрации элемента занести в протокол произвольной формы.

## 12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Используя значения, полученные в п. 11.1 настоящей методики поверки, рассчитать значения характеристической концентрации,  $C_{\text{хар}i}$ , мкг/дм<sup>3</sup>:

- для кадмия и меди на длинах волн 228,8 нм и 324,8 нм, соответственно, при пламенном способе атомизации;
  - для кадмия на длине волны 228,8 нм при электротермическом способе атомизации;
- по формуле

$$C_{\text{хар}i} = \frac{0,0044 \cdot C_i}{\bar{D}_i - \bar{D}_{\text{хол}i}}, \quad (1)$$

где  $C_i$  – массовая концентрация  $i$ -ого элемента в контрольном растворе № 2 или № 3 (в зависимости от способа атомизации пробы), мкг/дм<sup>3</sup>, рассчитанная в соответствии с приложением А настоящей методики поверки;

$\bar{D}_{\text{хол}i}$  – среднее арифметическое значение оптической плотности  $i$ -ого элемента в холостой пробе (контрольном растворе № 1), Б, рассчитанное по формуле

$$\bar{D}_{\text{хол}i} = \frac{\sum_{j=1}^n D_{\text{хол}ij}}{n}, \quad (2)$$

где  $D_{холіj}$  –  $j$ -ый результат измерений оптической плотности  $i$ -ого элемента в холостой пробе (контрольном растворе № 1), Б;

$n$  – количество измерений;

$\bar{D}_i$  – среднее арифметическое значение оптической плотности  $i$ -ого элемента в контрольном растворе № 2 или № 3 (в зависимости от способа атомизации пробы), Б, рассчитанное по формуле

$$\bar{D}_i = \frac{\sum_{j=1}^n D_{ij}}{n}, \quad (3)$$

где  $D_{ij}$  –  $j$ -ый результат измерений оптической плотности  $i$ -ого элемента в контрольном растворе № 2 или № 3 (в зависимости от способа атомизации пробы), Б.

Полученные значения измерений характеристической концентрации для каждого элемента и способа атомизации должны соответствовать требованиям таблицы 1.

12.2 Используя данные, полученные в п. 12.1 настоящей методики поверки, рассчитать значения предела обнаружения,  $ПО_{i1}$ , мкг/дм<sup>3</sup>:

– для кадмия и меди на длинах волн 228,8 нм и 324,8 нм, соответственно, при пламенном способе атомизации;

– для кадмия на длине волны 228,8 нм при электротермическом способе атомизации; по формуле

$$ПО_{i1} = \frac{3 \cdot S_{холі} \cdot C_{харі}}{0,0044}, \quad (4)$$

где  $S_{холі}$  – среднее квадратическое отклонение результатов измерений оптической плотности  $i$ -ого элемента в холостой пробе (контрольном растворе № 1), Б, рассчитанное по формуле

$$S_{холі} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (D_{холіj} - \bar{D}_{холі})^2}{n - 1}}. \quad (5)$$

Полученные значения измерений предела обнаружения по п. 12.2 для каждого элемента и способа атомизации должны соответствовать требованиям таблицы 1.

12.3 Используя данные, полученные в п. 11.2 настоящей методики поверки, рассчитать относительное среднее квадратическое отклонение результатов измерений массовой концентрации элементов,  $S_i$ , %, при помощи ПО спектрофотометров или по формуле

$$S_i = \frac{100}{\bar{C}_i} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (C_{ij} - \bar{C}_i)^2}{n - 1}}, \quad (6)$$

где  $C_{ij}$  –  $j$ -й результат измерений массовой концентрации  $i$ -ого элемента в контрольном растворе № 2 или № 3 (в зависимости от способа атомизации пробы), мкг/дм<sup>3</sup>;

$\bar{C}_i$  – среднее арифметическое результатов измерений массовой концентрации  $i$ -ого элемента в контрольном растворе № 2 или № 3 (в зависимости от способа атомизации пробы), мкг/дм<sup>3</sup>.

Полученные значения относительного среднего квадратического отклонения результатов измерений массовой концентрации элементов должны соответствовать требованиям таблицы 1.

## 13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки спектрофотометр признают пригодным к применению.

13.3 Нанесение знака поверки на спектрофотометры не предусмотрено. Пломбирование спектрофотометров не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки спектрофотометр признают непригодным к применению.

13.5 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

13.6 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные о модели спектрофотометра, представленного на поверку. Для моделей, реализующих 2 способа атомизации (GGX-830, GGX-830A, GGX-900 и HGA-E50), указывают информацию об использованном способе атомизации.

**Ведущий инженер лаб. 251 УНИИМ – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»**



**А.С. Засухин**

## ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное)

### Процедура приготовления контрольных растворов

Для приготовления контрольных растворов используются стандартные образцы растворов элементов по п. 6 настоящей методики поверки, мерные колбы вместимостью 100,0 см<sup>3</sup> не хуже 2 класса точности по ГОСТ 1770-74, градуированные пипетки вместимостью 1 и 5 см<sup>3</sup> не хуже 2 класса по ГОСТ 29227-91, вода для лабораторного анализа 1-ой степени очистки по ГОСТ Р 52501-2005.

А.1 Контрольный раствор № 1 представляет собой воду для лабораторного анализа 1-ой степени очистки по ГОСТ Р 52501-2005. Контрольные растворы № 2,3 готовят путем последовательного объемного разбавления исходных стандартных образцов растворов элементов.

А.2 Приготовление промежуточного водного раствора меди с массовой концентрацией 10 мг/дм<sup>3</sup>

При помощи градуированной пипетки вместимостью 1,0 см<sup>3</sup> отбирают по 1,0 см<sup>3</sup> от стандартного образца раствора меди (ГСО 7836-2000) и помещают в мерную колбу вместимостью 100,0 см<sup>3</sup>. Доводят уровень раствора до риски водой для лабораторного анализа 1-ой степени очистки по ГОСТ Р 52501-2005, тщательно перемешивают.

Действительное значение массовой концентрации меди в промежуточном растворе  $C_i$ , мг/дм<sup>3</sup> рассчитывают по формуле

$$C_i = C_0 \cdot \frac{V_0}{V_k}, \quad (\text{А.1})$$

где  $C_0$  – аттестованное значение массовой концентрации стандартного образца раствора меди (паспорт СО), мг/дм<sup>3</sup>;

$V_0$  – объем исходного раствора стандартного образца см<sup>3</sup>;

$V_k$  – объем приготовленного раствора (колбы), см<sup>3</sup>.

А.3 Приготовление промежуточного водного раствора кадмия с массовой концентрацией 10 мг/дм<sup>3</sup>

При помощи градуированной пипетки вместимостью 1,0 см<sup>3</sup> отбирают по 1,0 см<sup>3</sup> от стандартного образца раствора кадмия (ГСО 7874-2000) и помещают в мерную колбу вместимостью 100,0 см<sup>3</sup>. Доводят уровень раствора до риски водой для лабораторного анализа 1-ой степени очистки по ГОСТ Р 52501-2005, тщательно перемешивают.

Действительное значение массовой концентрации кадмия в промежуточном растворе рассчитывают по аналогии с формулой (А.1), используя для расчета аттестованное значение массовой концентрации кадмия в стандартном образце (паспорт ГСО).

А.4 Контрольный раствор № 2 представляет собой двухэлементный водный раствор меди и кадмия с массовой концентрацией элементов 500 и 250 мкг/дм<sup>3</sup>, соответственно

Для приготовления контрольного раствора № 2 при помощи градуированной пипетки 5 см<sup>3</sup> отбирают 5 см<sup>3</sup> от промежуточного раствора меди по п. А.2; 2,5 см<sup>3</sup> кадмия по п. А.3 и помещают в мерную колбу вместимостью 100,0 см<sup>3</sup>. Доводят уровень раствора до риски водой для лабораторного анализа 1-ой степени очистки по ГОСТ Р 52501-2005, тщательно перемешивают.

Действительное значение массовой концентрации меди и кадмия в контрольном растворе № 2 рассчитывают по аналогии с формулой (А.1), используя для расчета действительные значения массовой концентрации меди и кадмия в промежуточных растворах по пп. А.2-А.3.

А.5 Приготовление промежуточного раствора кадмия с массовой концентрацией  $100 \text{ мкг/дм}^3$

Для приготовления промежуточного раствора кадмия с массовой концентрацией  $100 \text{ мкг/дм}^3$  при помощи градуированной пипетки  $1 \text{ см}^3$  отбирают  $1 \text{ см}^3$  от промежуточного раствора кадмия (по п. А.3) и помещают в мерную колбу вместимостью  $100,0 \text{ см}^3$ . Доводят уровень раствора до риски водой для лабораторного анализа 1-ой степени очистки по ГОСТ Р 52501-2005, тщательно перемешивают.

Действительное значение массовой концентрации кадмия в промежуточном растворе рассчитывают по аналогии с формулой (А.1), используя для расчета действительное значение массовой концентрации кадмия в промежуточном растворе по п. А.3.

А.6 Контрольный раствор № 3 представляет собой водный раствор кадмия с концентрацией  $1 \text{ мкг/дм}^3$

Для приготовления контрольного раствора № 3 при помощи градуированной пипетки  $1 \text{ см}^3$  отбирают  $1 \text{ см}^3$  промежуточного раствора кадмия (по п. А.5) и помещают в мерную колбу вместимостью  $100 \text{ см}^3$ . Доводят уровень раствора до метки водой для лабораторного анализа 1-ой степени очистки по ГОСТ Р 52501-2005, тщательно перемешивают.

Действительное значение массовой концентрации кадмия в контрольном растворе № 3 рассчитывают по аналогии с формулой (А.1), используя для расчета действительное значение массовой концентрации кадмия в промежуточном растворе по п. А.5.

Относительная погрешность приготовления контрольных растворов не превышает 3%.

**Примечание** – Допускается приготовление контрольных растворов № 2 и № 3 путем последовательного объемного разбавления исходных стандартных образцов растворов элементов водой по ГОСТ Р 52501-2005, используя иной шаг разбавления.