

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального  
директора - заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

«23» 08 2024 г.

## Государственная система обеспечения единства измерений

**СПЕКТРОМЕТРЫ ОПТИКО-ЭМИССИОННЫЕ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ Melytec Plasma ICP 9200**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**  
**МП 651-24-036**

р.п. Менделеево

**Оглавление**

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
1. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ .....	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	5
3. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	5
4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ .....	5
5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	8
6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР .....	8
7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ .....	9
8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	9
9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ .....	10
10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	13

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на спектрометры оптико-эмиссионные с индуктивно-связанной плазмой Melytec Plasma ICP 9200 (далее по тексту — спектрометры), изготавливаемые ООО «Мелитэк», и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Прослеживаемость результатов измерений при поверке спектрометров к государственным первичным эталонам единиц величин реализуется путем применения стандартных образцов утвержденного типа, прослеживаемых к комплексу государственных первичных эталонов единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации по ГОСТ 8.735.0-2011 «Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в жидких и твердых веществах и материалах. Основные положения»:

ГЭТ 217-2018 ГПЭ единиц массовой доли и массовой (молярной) концентрации неорганических компонентов в водных растворах на основе гравиметрического и спектрального методов;

ГЭТ 176-2019 ГПЭ единиц массовой (молярной, атомной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе кулонометрии;

ГЭТ 196-2023 ГПЭ единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе спектральных методов;

ГЭТ 208-2024 ГПЭ 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.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – косвенное измерение поверяемым средством величины, воспроизводимой стандартным образцом.

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

Таблица 1 – Требования, подтверждаемые при поверке

Наименование характеристики	Значение
Предел обнаружения в режиме аксиального обзора, мкг/дм <sup>3</sup> , не более:	
- для Zn ( $\lambda=213,856$ нм)	1,6
- для Cd ( $\lambda=214,438$ нм)	0,5
- для Mn ( $\lambda=257,610$ нм)	0,3
- для Cr ( $\lambda=267,716$ нм)	0,8
- для Mg ( $\lambda=285,213$ нм)	0,4
- для Cu ( $\lambda=324,754$ нм)	1,0
- для Sr ( $\lambda=407,771$ нм)	0,2
- для Ba ( $\lambda=455,403$ нм)	0,2



Наименование характеристики	Значение
Предел обнаружения в режиме радиального обзора, мкг/дм <sup>3</sup> , не более:	
- для Zn ( $\lambda=213,856$ нм)	7,2
- для Cd ( $\lambda=214,438$ нм)	1,8
- для Mn ( $\lambda=257,610$ нм)	0,8
- для Cr ( $\lambda=267,716$ нм)	3,0
- для Mg ( $\lambda=285,213$ нм)	2,4
- для Cu ( $\lambda=324,754$ нм)	3,4
- для Sr ( $\lambda=407,771$ нм)	0,6
- для Ba ( $\lambda=455,403$ нм)	0,5
Предел допускаемого относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала, %	1,0

**Примечание:**

При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

**1. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ**

1.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операций поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	6
Подготовка к поверке и опробование	да	да	7
Проверка программного обеспечения	да	да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9

Наименование операций поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала	да	да	9.1
Определение пределов обнаружения	да	да	9.2

1.2 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции, дальнейшее выполнение поверки прекращается, спектрометр признается непригодным к применению.

1.3 На основании письменного заявления владельца спектрометра в свободной форме, допускается проведение периодической поверки только в одном из двух режимов наблюдения плазмы, аксиальном или радиальном (поверка в сокращенном объеме) 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Поверка спектрометров должна проводиться при следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 85.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются поверители средств измерений в соответствии с областью аккредитации организации, аккредитованной в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений согласно законодательству Российской Федерации об аккредитации, прошедшие специальное обучение в качестве поверителя и инструктаж по технике безопасности, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию. Для получения данных со спектрометров, необходимых для поверки, допускается участие технических специалистов организации, заявившей прибор на поверку (под контролем поверителя).

## 4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны применяться средства, указанные в 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.7 Подготовка к поверке и опробование	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 1$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 85 % с абсолютной погрешностью не более $\pm 3$ %	Термогигрометр ИВА-6Н (рег. № 46434-11)
	Стандартный образец водного раствора кадмия Интервал допускаемых аттестованных значений массовой концентрации кадмия от 800 до 1200 мг/дм <sup>3</sup> Границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованного значения СО не более $\pm 1$ % при P = 0,95	ГСО 11406-2019
	Стандартный образец состава раствора ионов марганца Интервал допускаемых аттестованных значений массовой концентрации ионов марганца (II) от 0,95 до 1,05 г/дм <sup>3</sup> Границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованного значения СО не более $\pm 1$ % при P = 0,95	ГСО 7875-2000
	Стандартный образец состава водного раствора ионов хрома Интервал допускаемых аттестованных значений массовой концентрации ионов хрома (VI) от 0,95 до 1,05 мг/см <sup>3</sup> Границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованного значения СО не более $\pm 1$ % при P = 0,95	ГСО 7781-2000
	Стандартный образец состава водного раствора ионов меди Интервал допускаемых аттестованных значений массовой концентрации ионов меди от 0,95 до 1,05 мг/см <sup>3</sup> Границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованного значения СО не более $\pm 1$ % при P = 0,95	ГСО 7764-2000

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Стандартный образец состава раствора бария Интервал допускаемых аттестованных значений массовой концентрации бария от 900 до 1000 мг/дм <sup>3</sup> Границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованного значения СО не более $\pm 1\%$ при $P = 0,95$	ГСО 12008-2022
	Стандартный образец состава раствора цинка Интервал допускаемых аттестованных значений массовой концентрации цинка от 800 до 1200 мг/дм <sup>3</sup> Границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованного значения СО не более $\pm 1\%$ при $P = 0,95$	ГСО 12383-2023
	Стандартный образец состава раствора ионов магния. Интервал допускаемых аттестованных значений массовой концентрации магния от 0,95 до 1,05 г/дм <sup>3</sup> Границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованного значения СО не более $\pm 1\%$ при $P = 0,95$	ГСО 7767-2000
	Стандартный образец состава раствора ионов стронция Интервал допускаемых аттестованных значений массовой концентрации стронция от 0,95 до 1,05 мг/см <sup>3</sup> Границы допускаемых значений относительной погрешности аттестованного значения СО не более $\pm 1\%$ при $P = 0,95$	ГСО 7145-95
	Меры вместимости: пипетки градуированные 2 класса точности по ГОСТ 29227-91, колбы мерные 2 класса точности по ГОСТ 1770-74 Вода 1-й степени чистоты по ГОСТ Р 52501-2005 Кислота азотная концентрированная ч.д.а. по ГОСТ 4461-77	
п. 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Контрольные растворы, приготовленные в соответствии с приложением А настоящей методики поверки	ГСО 11406-2019 ГСО 7875-2000 ГСО 7781-2000 ГСО 7764-2000 ГСО 12008-2022 ГСО 12383-2023 ГСО 7767-2000 ГСО 7145-95



Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Пипетки градуированные 2 класса точности по ГОСТ 29227-91; Колбы мерные 2 класса точности по ГОСТ 1770-74; Вода 1-й степени чистоты по ГОСТ Р 52501-2005 Кислота азотная концентрированная ч.д.а. по ГОСТ 4461-77	

4.2 Допускается применение других средств поверки, допущенных к применению в РФ, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых спектрометров с требуемой точностью.

4.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, а стандартные образцы применяться в пределах срока годности экземпляра.

## 5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Требования безопасности при поверке должны соответствовать требованиям, изложенным в настоящей методике поверки, руководстве по эксплуатации (РЭ) на спектрометр, а также в эксплуатационной документации на поверочное оборудование и средства измерений.

5.2 При работе со спектрометром следует руководствоваться «Основными правилами безопасной работы в химической лаборатории», а также соблюдать ГОСТ 12.2.091-2012 «Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения».

5.3 Лица, допускаемые к работе, должны иметь соответствующую техническую квалификацию и подготовку, ежегодно проходить проверку знаний техники безопасности.

## 6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР

6.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие спектрометров следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида спектрометра, приведенному в описании типа;
- отсутствие механических повреждений, чистота разъемов, состояние соединительных кабелей;
- целостность корпуса, внешних элементов, отсутствие повреждений органов управления;
- четкость обозначений и маркировки, их соответствие требованиям эксплуатационной документации.

6.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования п. 6.1.



## 7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

### 7.1 Подготовка к поверке

7.1.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- подготовка спектрометра;
- приготовление контрольных растворов.

7.1.2 Подготовительные операции, включение спектрометра следует проводить в соответствии с РЭ. Для проведения поверки должен быть установлен базовый комплект системы ввода пробы (распылительная камера, распылитель, горелка) и заданы стандартные параметры работы спектрометра в соответствии с РЭ.

7.1.3 Подготовить контрольные растворы из ГСО в соответствии с их паспортами, инструкциями по применению и Приложением А к настоящей методике поверки.

### 7.2 Опробование

7.2.1 Опробование спектрометра заключается в его включении, запуске ПО и проверке общего функционирования: выход на режим, соответствие окон на дисплее, отсутствие сообщений об ошибке.

7.2.2 Результаты поверки по п. 7.2 настоящей методики в части опробования спектрометра считать положительными, если не возникает сообщений об обнаруженных ошибках. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

## 8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Провести проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) спектрометра. Идентификационные данные ПО выводятся на дисплей ПК при запуске спектрометра. ПО ICP Expert управляет работой спектрометра модификации ICP 9200, ПО Melytec iQ управляет работой спектрометра модификации ICP 9200A. Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные	Значение	
	ICP Expert	Melytec iQ
Идентификационное наименование ПО		
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2.1.0.5	1.0.0
Цифровой идентификатор ПО	-	-

8.2 Результаты проверки ПО согласно разделу 8 настоящей методики считать положительными, если версия программного обеспечения соответствует Таблице 4. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

## 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

При определении метрологических характеристик спектрометров проводят измерения контрольных элементов на длинах волн, указанных в таблице 5.

Таблица 5 - Параметры спектрометра при определении метрологических характеристик - длины волн и обзор плазмы

№ п/п	Элемент	Длина волны, нм	Обзор плазмы
1	Цинк (Zn)	213,856	Аксиальный/ Радиальный
2	Кадмий (Cd)	214,438	Аксиальный/ Радиальный
3	Марганец (Mn)	257,610	Аксиальный/ Радиальный
4	Хром (Cr)	267,716	Аксиальный/ Радиальный
5	Магний (Mg)	285,213	Аксиальный/ Радиальный
6	Медь (Cu)	324,754	Аксиальный/ Радиальный
7	Стронций (Sr)	407,771	Аксиальный/ Радиальный
8	Барий (Ba)	455,403	Аксиальный/ Радиальный

### 9.1. Определение относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала

9.1.1 В соответствии с руководством по эксплуатации установить рабочие параметры спектрометра.

9.1.2 С помощью контрольных растворов (приложение А) построить градуировочные характеристики для контрольных элементов для аксиального обзора и для радиального обзора, используя длины волн, указанные в таблице 5.

9.1.3 Для определения значения относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала провести по десять измерений массовых концентраций контрольных элементов на длинах волн, указанных в таблице 5, в режиме радиального обзора и в режиме аксиального обзора.

9.1.4 Значения относительного среднего квадратического отклонения выходных сигналов, выраженные в %, рассчитать согласно формуле (1):

$$S_o = \frac{100}{C_i} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}}, \quad (1)$$

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}, \quad (2)$$



где  $C_i$  –  $i$ -ое значение результатов измерений массовой концентрации элемента в контрольном растворе, мкг/дм<sup>3</sup>;  $\bar{C}$  – среднее арифметическое значение результатов измерений массовой концентрации в контрольном растворе, мкг/дм<sup>3</sup>;  $n$  – количество измерений.

9.1.5 Результаты поверки по п. 9.1 считать положительными, если полученные значения относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала не превышают 1,0 %. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

## 9.2 Определение пределов обнаружения

9.2.1 В соответствии с руководством по эксплуатации установить рабочие параметры спектрометра.

9.2.2 Используя полученные в п. 9.1 градуировочные характеристики, провести по десять измерений концентрации контрольных элементов, используя в качестве пробы воду для лабораторного анализа (контрольный раствор №1).

9.2.3 Предел обнаружения рассчитать по формуле (3):

$$C_{qi} = 3 \cdot S_i, \quad (3)$$

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

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (5)$$

где  $X_i$  –  $i$ -ое значение результатов измерений концентрации элемента в контрольном растворе, мкг/дм<sup>3</sup>;  $\bar{X}$  – среднее арифметическое значение результатов измерений концентрации элемента в контрольном растворе, мкг/дм<sup>3</sup>;  $n$  – количество измерений.

9.2.4 Результаты поверки по п. 9.2 считать положительными, если значения пределов обнаружения не превышают значения, указанные в Таблице 6. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

Таблица 6 – Допустимые значения пределов обнаружения

Предел обнаружения, мкг/дм <sup>3</sup> , не более:	Значение
Предел обнаружения в режиме аксиального обзора, мкг/дм <sup>3</sup> , не более:	
- для Zn ( $\lambda = 213,856$ нм)	1,6
- для Cd ( $\lambda = 214,438$ нм)	0,5
- для Mn ( $\lambda = 257,610$ нм)	0,3
- для Cr ( $\lambda = 267,716$ нм)	0,8
- для Mg ( $\lambda = 285,213$ нм)	0,4
- для Cu ( $\lambda = 324,754$ нм)	1,0
- для Sr ( $\lambda = 407,771$ нм)	0,2
- для Ba ( $\lambda = 455,403$ нм)	0,2

Предел обнаружения, мкг/дм <sup>3</sup> , не более:	Значение
Предел обнаружения в режиме радиального обзора, мкг/дм <sup>3</sup> , не более:	
- для Zn ( $\lambda = 213,856$ нм)	7,2
- для Cd ( $\lambda = 214,438$ нм)	1,8
- для Mn ( $\lambda = 257,610$ нм)	0,8
- для Cr ( $\lambda = 267,716$ нм)	3,0
- для Mg ( $\lambda = 285,213$ нм)	2,4
- для Cu ( $\lambda = 324,754$ нм)	3,4
- для Sr ( $\lambda = 407,771$ нм)	0,6
- для Ba ( $\lambda = 455,403$ нм)	0,5
Предел допускаемого относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала, %	1,0
Примечание – Пределы обнаружения установлены по критерию $3\sigma$	

## 10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки оформить протоколом произвольной формы.


10.2 При положительных результатах поверки спектрометр признается годным. Нанесение знака поверки на спектрометр не предусмотрено. При отрицательных результатах поверки спектрометр бракуется и к дальнейшей эксплуатации не допускается.

10.3 Результаты поверки спектрометра подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца спектрометра или лица, представившего его на поверку, на спектрометр выдается свидетельство о поверке (при положительных результатах поверки) или извещение о непригодности к применению (при отрицательных результатах поверки).

Начальник лаборатории № 670  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 А.А. Стахеев

Зам. начальника лаборатории № 670  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 Т.П. Столбоушкина



**ПРИЛОЖЕНИЕ А****(обязательное)****МЕТОДИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАСТВОРОВ**

Для приготовления промежуточного и контрольного раствора используют следующее оборудование:

- колбы мерные 2-го класса точности с притертой пробкой по ГОСТ 1770-74;
- дозаторы одноканальные или пипетки 2-го класса точности по ГОСТ 29227-91;
- Вода 1-й степени чистоты по ГОСТ Р 52501-2005;
- Кислота азотная концентрированная ч.д.а. по ГОСТ 4461-77;
- Стандартные образцы утвержденного типа, приведенные в таблице 3.

А.1 Приготовление промежуточного раствора с массовой концентрацией кадмия 100 мг/дм<sup>3</sup>, магния 100 мг/дм<sup>3</sup>, марганца 100 мг/дм<sup>3</sup>, хрома 100 мг/дм<sup>3</sup>, меди 100 мг/дм<sup>3</sup>, цинка 100 мг/дм<sup>3</sup>, стронция 50 мг/дм<sup>3</sup> и бария 50 мг/дм<sup>3</sup>:

В чистую сухую мерную колбу с притертой пробкой вместимостью 50 см<sup>3</sup> при помощи градуированной пипетки или дозатора одноканального переносят по 5,00 см<sup>3</sup> стандартных растворов (с номинальными значениями массовой концентрации 1000 мг/дм<sup>3</sup>) кадмия, магния, марганца, хрома, меди, цинка, по 2,50 см<sup>3</sup> стандартных растворов (с номинальными значениями массовой концентрации 1000 мг/дм<sup>3</sup>) стронция и бария, разбавляют до метки водой для лабораторного анализа 1-ой степени очистки и тщательно перемешивают.

А.2 Контрольный раствор №1 – вода для лабораторного анализа 1-ой степени очистки

Контрольный раствор №2 с массовой концентрацией кадмия 1000 мкг/дм<sup>3</sup>, магния 1000 мкг/дм<sup>3</sup>, марганца 1000 мкг/дм<sup>3</sup>, хрома 1000 мкг/дм<sup>3</sup>, меди 1000 мкг/дм<sup>3</sup>, цинка 1000 мкг/дм<sup>3</sup>, стронция 500 мкг/дм<sup>3</sup> и бария 500 мкг/дм<sup>3</sup>.

В чистую сухую мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, при помощи пипетки переносят 1,00 см<sup>3</sup> промежуточного раствора, приготовленного по пункту А.1, 2 см<sup>3</sup> концентрированной HNO<sub>3</sub>, разбавляют до метки водой для лабораторного анализа 1-ой степени очистки и тщательно перемешивают. Контрольный раствор рекомендуется использовать в день приготовления.

Действительное значение массовой концентрации ионов  $C_i$  в приготовленных растворах рассчитывается по формуле:

$$C_i = \frac{V_o}{V_k} \cdot C_o,$$

где  $C_o$  — массовая концентрация элемента в стандартном растворе (действительное значение указано в паспорте), мг/дм<sup>3</sup>;

$V_o$  — объем аликвоты исходного раствора стандартного образца, см<sup>3</sup>

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