

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»
УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Е.П. Собина

12 2025 г.

«ГСИ. Осмометры криоскопические FPOSM.
Методика поверки»

МП 122-241-2025

Екатеринбург

2025

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** и.о. зав. лабораторией 241 Гольнец О.С.
- 3 **СОГЛАСОВАНА** директором УНИИМ - филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в декабре 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения	4
2	Нормативные ссылки	5
3	Перечень операций поверки	6
4	Требования к условиям проведения поверки	6
5	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	7
6	Метрологические и технические требования к средствам поверки	7
7	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	8
8	Внешний осмотр средства измерений	8
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8
10	Проверка программного обеспечения средства измерений	10
11	Определение метрологических характеристик средства измерений	10
12	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11
13	Оформление результатов поверки	13
	Приложение А	15

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осмометры криоскопические FPOSM (далее – осмометры) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Поверка осмометров должна осуществляться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость осмометров к:

ГЭТ 176-2019 «Государственный первичный эталон единиц массовой (молярной, атомной) доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе кулонометрии» в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19.02.2021 года № 148 с внесением изменений в приложение А к государственной поверочной схеме, утвержденных приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17.05.2021 года № 761.

1.3 Передача единицы осуществляется методом прямых измерений при проведении измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ в растворе, приготовленном из стандартного образца утвержденного типа.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки осмометров, 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 модификации	
	FPOSM-V2.0	FPOSM-V3.0
Диапазон измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ, ммоль/кг (мОсмоль/кг)	от 0 до 2000	от 0 до 3000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ, ммоль/кг (мОсмоль/кг), в поддиапазоне от 0 до 300 ммоль/кг (мОсмоль/кг) включ.	±6	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ, %, в поддиапазоне св. 300 ммоль/кг (мОсмоль/кг)	±2	

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

Приказ Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений»

Приказ Минтруда России от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»

Приказ Росстандарта № 148 от 19.02.2021 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах»

Приказ Росстандарта № 761 от 17.05.2021 г. «О внесении изменений в приложение А к Государственной поверочной схеме для средств измерений содержания неорганических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 февраля 2021 г. № 148»

ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

ГОСТ 12.2.007.0–75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ Р 58144-2018 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ OIML R 76-1-2011 ГСИ. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

ГОСТ 1770-74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия

3 Перечень операций поверки

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
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	10
Определение метрологических характеристик: - определение абсолютной и относительной погрешности измерений молярной концентрации осмотически активных веществ;	да	да	11.1
- проверка диапазона измерений молярной концентрации осмотически активных веществ	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, осмометр бракуется.

3.3 Поверка в сокращенном объеме не допускается.

4 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 60.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению работ по поверке осмометра допускаются лица, прошедшие специальное обучение в качестве поверителя, инструктаж и обученные работе с осмометром.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные 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
Раздел 9 Подготовка к поверке и опробование	Диапазоны измерений температуры и относительной влажности не менее требуемых по п.4. Допускаемая абсолютная погрешность измерений температуры ± 2 °С, относительной влажности $\pm 5,0$ %	Гигрометр Rotronic HygroPalm, рег. № 26379-04
	Интервал допускаемых значений массовой доли натрия хлористого от 99,900 до 100,000 %, границы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,030$ % при $P=0,95$	Стандартный образец состава хлористого натрия 1-го разряда ГСО 4391-88
	Весы неавтоматического действия, I (специального) класса точности по ГОСТ OIML R 76-1.	Весы неавтоматического действия MCA225S-2ORU-I, рег. № 79348-20
	Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144	
	Колбы мерные второго класса точности вместимостью 50 см ³ по ГОСТ 1770	
Раздел 11 Определение метрологических характеристик средства измерений	Раствор стандартного образца ГСО 4391-88; границы допускаемых значений относительной погрешности не более $\pm 2,0$ % при $P=0,95$	Раствор стандартного образца, приготовленный в соответствии с приложением А

6.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены, стандартные образцы должны иметь действующий паспорт.

6.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого осмометра с требуемой точностью.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Минтруда России № 903н от 15 декабря 2020 г., требования ГОСТ 12.2.007.0.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре установить:

- соответствие внешнего вида осмометра сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений осмометра;
- соответствие комплектности, указанной в описании типа. Осмометры должны предоставляться на поверку с паспортом. Пример оформления титульного листа паспорта приведен в описании типа;

- четкость обозначений и маркировки.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре осмометра выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на результаты поверки, ненадлежащая маркировка или комплектность осмометр бракуется и дальнейшая поверка не проводится.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Подготовка к проведению поверки

9.1.1 Провести контроль условий поверки с помощью гигрометра в соответствии с таблицей 3.

9.1.2 Осмометр подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации (далее – РЭ).

9.1.3 Подготовить стандартный образец утвержденного типа ГСО 4391-88 (далее – ГСО), предусмотренный в качестве средства поверки, в соответствии с инструкцией по применению.

9.1.4 Приготовить контрольные растворы из ГСО 4391-88 в соответствии с приложением А к настоящей методике поверки со значениями моляльной концентрации осмотически активных веществ, близкими к началу, середине и концу диапазона измерений.

9.2 Опробование

9.2.1 Перевести выключатель питания на задней панели осмометра в положение «включено». На дисплее осмометра отображается окно самодиагностики при включении питания (см. рис. 1); после запуска прибора термостат производит предварительное охлаждение, на дисплее отображается окно самодиагностики.



Рисунок 1 – Программный интерфейс осмометра

Процесс самодиагностики занимает приблизительно 2 минуты, после чего отображается окно авторизации пользователя (см. рис. 2).

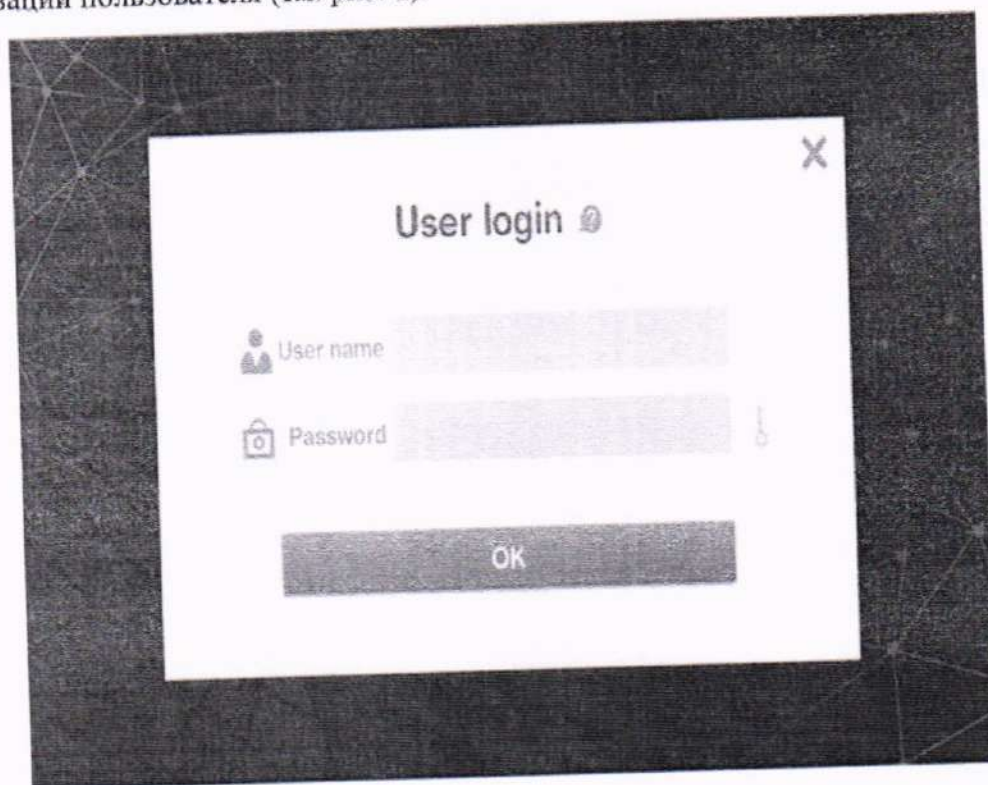


Рисунок 2 – Имя пользователя, пароль пользователя осмометра

9.2.2 Осмометр готов к работе после фазы предварительного охлаждения в течение пяти минут.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Провести проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) осмометра. Для однозначной идентификации ПО достаточно определения только номера версии (идентификационного номера). Номер версии ПО может быть выведен в окне ПО при обращении к «Parameters Settings», номер версии ПО отображается в правом верхнем углу сенсорного экрана. Идентификационные данные ПО должны соответствовать указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение для модификации	
	FPOSM-V2.0	FPOSM-V3.0
Идентификационное наименование ПО	NeuronBC	
Номер версии (идентификационный номер) ПО	NBC-STY20-A-E-X-XXX- XXXXXX ¹⁾	NBC-FPOSM-ANNNN- XXX-XXXX ¹⁾
Цифровой идентификатор ПО	-	

¹⁾ «X» – относится к метрологически незначимой части ПО и принимает значения от 0 до 9.

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение абсолютной и относительной погрешности измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ

11.1.1 Определение абсолютной и относительной погрешности измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ провести с помощью контрольных растворов, приготовленных из ГСО 4391-88 в соответствии с приложением А.

11.1.2 Отобрать аликвоту первого контрольного раствора (~ 100 мкл), ввести первый контрольный раствор в пробирку, убедиться в отсутствии видимых пузырьков.

11.1.3 Вставить пробирку, поместив ее в измерительную ячейку осмометра с датчиком температуры до упора (в этом случае датчик температуры полностью опустится в контрольный раствор).

11.1.4 На сенсорном экране нажать кнопку «Test», чтобы войти в режим контрольного измерения. Отобразится окно настройки параметров измерения, в котором ввести название контрольного раствора.

11.1.5 Затем запустить процесс анализа кнопкой «Run». Электродвигатель заставит пробирку с контрольным раствором медленно опуститься в термостат, и на сенсорном экране отобразится сообщение «Running» («Выполняется анализ»).

11.1.6 Затем на сенсорном экране отобразится результат измерений, при этом электродвигатель медленно поднимет консоль в исходное положение.

11.1.7 Аналогичным образом провести по пять измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ каждого контрольного раствора. Результаты измерений, полученные при определении абсолютной и относительной погрешности измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ, занести в протокол поверки.

11.2 Проверка диапазона измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ

Проверку диапазона измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ провести одновременно с определением абсолютной и относительной погрешности измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ по п. 11.1.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Для результатов измерений, полученных по п. 11.1, рассчитать абсолютную погрешность измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ в поддиапазоне от 0 до 300 ммоль/кг (мОсмоль/кг) ($\Delta C_{осmj}$, ммоль/кг (мОсмоль/кг)) и относительную погрешность измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ в поддиапазоне св. 300 ммоль/кг (мОсмоль/кг) ($\delta C_{осmj}$, %) по алгоритму:

12.1.1 Рассчитать среднее арифметическое значение измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ, $\bar{C}_{осmj}$

$$\bar{C}_{осmj} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{осmij}}{n}, \quad (1)$$

где $C_{осmij}$ – i -ое измеренное значение моляльной концентрации осмотически активных веществ в j -ом контрольном растворе, ммоль/кг (мОсмоль/кг);

n – количество повторов измерений на осмометре, равное пяти.

12.1.2 Рассчитать среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ по формуле:

$$S_{\bar{C}_{осм}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_{осмij} - \bar{C}_{осм})^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$

12.1.3 Рассчитать значение границы случайной погрешности результата измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ по формуле:

$$\varepsilon_j = t \cdot S_{\bar{C}_{осм}} \quad (3)$$

где t - коэффициент Стьюдента (значение коэффициента Стьюдента $t=2,776$ при $P=0,95$; $n-1=4$ по ГОСТ Р 8.736-2011);

n - число результатов измерений.

Рассчитать границу абсолютной неисключенной систематической погрешности результата измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ при доверительной вероятности $P=0,95$ по формуле

$$Q_{C_{осм}} = \pm (|\bar{C}_{осм} - C_{осмэmj}| + |\Delta C_{осмэmj}|) \quad (4)$$

где $\Delta C_{осмэmj}$ - абсолютная погрешность значения моляльной концентрации осмотически активных веществ, полученного по процедуре приготовления в соответствии с приложением А, ммоль/кг (мОсмоль/кг);

$C_{осмэmj}$ - значение моляльной концентрации осмотически активных веществ в растворах в соответствии с приложением А, полученное по процедуре приготовления, ммоль/кг (мОсмоль/кг).

12.1.4 Рассчитать границы абсолютной погрешности результата измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ $\Delta C_{осм}$ по формуле:

$$\Delta C_{осм} = k_j \cdot S_{C_{осмэmj}} \quad (5)$$

где k_j – коэффициент, рассчитываемый по формуле

$$k_j = \frac{\varepsilon_j + Q_{C_{осм}}}{S_{\bar{C}_{осм}} + \frac{Q_{C_{осм}}}{\sqrt{3}}}. \quad (6)$$

$S_{C_{осм}}$ оценка суммарного СКО рассчитывается по формуле

$$S_{C_{осм}} = \sqrt{\left(\frac{Q_{C_{осм}}}{\sqrt{3}}\right)^2 + S_{\bar{C}_{осм}}^2} \quad (7)$$

12.1.5 Рассчитать границы относительной погрешности результатов измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ по формуле

$$\delta C_{осм} = \frac{\Delta C_{осм} \cdot 100}{C_{осм}}. \quad (8)$$

12.1.6 Осмометры считаются выдержавшими этап поверки, если значения абсолютной и относительной погрешности результатов измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ не превышают значений, приведенных в таблице 1.

12.2 Диапазоны измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ принимают равными значениям, приведенным в таблице 1, если значения абсолютной и относительной погрешности измерений моляльной концентрации осмотически активных веществ каждого контрольного раствора удовлетворяют значениям, приведенным в таблице 1.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Оформляют протокол проведения поверки в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки осмометр признают пригодным к применению.

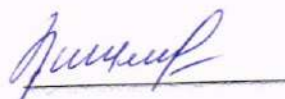
13.3 Нанесение знака поверки и пломбирование осмометра не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки осмометр признают непригодным к дальнейшей эксплуатации.

13.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906.

13.6 По заявлению владельца осмометра или лица, представившего осмометр на поверку, при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510, при отрицательных – извещение о непригодности к применению осмометра.

С.н.с. лаб. 241 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



М.П. Крашенинина

Приложение А

(обязательное)

Процедура приготовления контрольных растворов на основе СО состава натрия хлористого 1-го разряда ГСО 4391-88

А.1 Для приготовления контрольных растворов с известными значениями моляльной концентрации осмотически активных веществ используют:

- весы I (специального) класса точности по ГОСТ OIML R 76-1;
- стандартный образец состава натрия хлористого 1-разряда ГСО 4391-88;
- вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144;
- колбы мерные второго класса точности по ГОСТ 1770.

А.2 Условия приготовления растворов

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 60.

А.3 Процедура приготовления контрольных растворов

А.3.1 Взвесить колбу с дистиллированной водой, которая в дальнейшем будет использоваться в качестве растворителя. Записать общую массу воды и колбы m_1 .

А.3.2 На лабораторных весах взвесить хлорид натрия массой $(0,05 \pm 0,01)$ г, записать точное значение массы, г, и аккуратно, избегая потерь, перенести хлорид натрия в колбу вместимостью 50 см^3 .

А.3.3 Долить на $\frac{1}{3}$ дистиллированной водой, перемешать. Довести до метки дистиллированной водой, перемешать.

А.3.4 Взвесить колбу с дистиллированной водой, записать массу воды и колбы - m_2 .

А.3.5 Рассчитать массу растворителя по формуле:

$$m_{p-ра} = m_1 - m_2 \quad (\text{A.1})$$

А.3.6 Моляльную концентрацию полученного раствора хлорида натрия рассчитывают по формуле:

$$m_j = \frac{m_{ГСОj} \cdot A_{ГСО} \cdot 1000}{m_{p-раj} \cdot 100 \cdot M} \quad (\text{A.2})$$

где $m_{ГСОj}$ - масса навески стандартного образца ГСО 4391-88 для приготовления j -го контрольного раствора, г;

$A_{ГСО}$ - массовая доля хлорида натрия в ГСО 4391-88, %;

M - молярная масса хлорида натрия, 58,443, г/моль;

$m_{р-ляj}$ - масса j -го растворителя, рассчитанная по формуле А.1, г.

А.4 Рассчитывают значение моляльной концентрации осмотически активных веществ ($C_{осмэпj}$, ммоль/кг (мОсмоль/кг)) по формуле

$$C_{осмэпj} = 1000 \cdot \varphi_{прj} \nu m_j, \quad (A.3)$$

где m_j - моляльная концентрация хлорида натрия, моль/кг;

ν - число ионов (равное 2), образующихся при диссоциации одной молекулы хлорида натрия;

$\varphi_{прj}$ - практический осмотический коэффициент.

Практический осмотический коэффициент определяют из уравнения:

$$\varphi_{прj} = \varphi_j \cdot h_j, \quad (A.4)$$

где φ_j - осмотический коэффициент, зависящий от аналитической концентрации:

$$\varphi_j = 1 + A_\varphi \frac{m_j^{\frac{1}{2}}}{1 + 1,2m_j^{\frac{1}{2}}} + m_j \left[\beta^{(0)} + \beta^{(1)} e^{-2m_j^{\frac{1}{2}}} \right] + m_j C^\varphi, \quad (A.5)$$

где $A_\varphi = -0,3767$ (кг/моль)²;

$$\beta^{(0)} = 0,0493 \text{ кг/моль};$$

$$\beta^{(1)} = 0,2462 \text{ кг/моль};$$

$$C^\varphi = 0,00516 \text{ кг/моль}^2;$$

m_j - моляльная концентрация хлорида натрия, моль/кг.

h_j - поправочный коэффициент, зависящий от начальной температуры раствора T_o :

$$h_j = \frac{T_o}{T_o + K_{кр}^\circ \varphi_j \nu m_j}, \quad (A.6)$$

где T_o - начальная температура раствора, равная 293,15 К;

$K_{кр}^\circ$ - криоскопическая постоянная воды, равная 1,8601 кг·К/моль.

А.5 Контрольные растворы хлорида натрия применяют для проверки осмометра только в день приготовления.

А.6 Повторить приготовление контрольных растворов в соответствии с пп.А.3-А.5 для навесок ГСО 4391-88 со значениями массы (1,60±0,50) г, (2,40±0,50) г для модификации FPOSM-V2.0 и со значениями массы (2,40±0,50) г, (4,70±0,50) г для модификации FPOSM-V3.0.

А.7 Оценка погрешности приготовления контрольных растворов на основе СО состава натрия хлористого 1-го разряда ГСО 4391-88

Пределы допускаемой абсолютной погрешности, $\Delta C_{осм\text{отн}}$, ммоль/кг (мОсмоль/кг), приготовления растворов натрия хлористого рассчитать по формуле

$$\Delta C_{осм\text{отн}} = \frac{\delta m_j \cdot m_j}{100}, \quad (\text{А.7})$$

где m_j - моляльная концентрация хлорида натрия, ммоль/кг;

δm_j - относительная погрешность, %, приготовления водного раствора хлорида натрия, рассчитываемая по формуле

$$\delta m_j = 100 \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta m_{ГСО}}{m_{ГСОj}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta A_{ГСО}}{A_{ГСО}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_{p-pa}}{m_{p-paj}}\right)^2 + \left(\frac{\delta_T}{100}\right)^2}, \quad (\text{А.8})$$

где $\Delta m_{ГСО}$ - пределы допускаемой погрешности весов лабораторных I (специального) класса точности по ГОСТ OIML R 76-1 при нагрузке $m_{ГСОj}$, г;

$\Delta A_{ГСО}$ - границы абсолютной погрешности аттестованного значения СО состава натрия хлористого 1-го разряда ГСО 4391-88;

Δm_{p-pa} - пределы допускаемой погрешности весов лабораторных I (специального) класса точности по ГОСТ OIML R 76-1 при нагрузке m_{p-paj} , г;

δ_T - относительная погрешность от процедуры приготовления рассчитанных значений моляльной концентрации осмотически активных веществ по формулам (А.1) – (А.5), связанная с возможным изменением температуры раствора от начальной температуры раствора от 20 до 25 °С, составляет 0,03 % отн.