

МП ГМ 139-02

Лист \_\_\_\_\_

Листов \_\_\_\_\_

Продолжение таблицы Д.1

Наименование метрологических характеристик	Значение по НТД	Фактическое	Соответствие параметру

Результаты поверки \_\_\_\_\_

Поверку проводил \_\_\_\_\_

А.А.  
с.г. 20 09 14  
М.С. 11/11

СОГЛАСОВАНО  
Генеральный директор  
РУП "Гомельский завод  
измерительных приборов"  
  
В.А. Ефремов



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
РУП "ГТЦМС"  
  
Г.Н. Шалаева



Система обеспечения единства измерений  
Республики Беларусь

ЭЛЕКТРОДЫ СТЕКЛЯННЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР),  
ЭЛЕКТРОДЫ МЕМБРАННЫЕ ЭМ-J-01 (ЭМ-J-01СР), ЭМ-CN-01 (ЭМ-CN-01СР),  
ЭМ-SI-01 (ЭМ-SI-01СР), ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР)

Методика поверки

МП ГМ 139-02

Главный конструктор  
РУП "Гомельский завод  
измерительных приборов"  
А.Г. Уваров



Верно с.г. 20 09 14 М.С. 11/11

Настоящая методика поверки распространяется на электроды стеклянные лабораторные ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР), выпускаемые по ТУ 25-05.1744-77, электроды мембранные ЭМ-Ј-01 (ЭМ-Ј-01СР), ЭМ-СN-01 (ЭМ-СN-01СР), выпускаемые по ТУ 25-05.1688-79, электроды мембранные ЭМ-СI-01 (ЭМ-СI-01СР), выпускаемые по ТУ 25-05.1910-80, электроды мембранные ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР), выпускаемые по ТУ РБ 05796587.008-97 (в дальнейшем – электроды), и устанавливает методику их поверки.

Межповерочный интервал электродов не более 12 месяцев.

**1 Операции и средства поверки**

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта НД по поверке	Наименование средств поверки, номер НД, метрологические характеристики	Обязательность проведения операции при	
			первичной поверке	эксплуатации и хранении
1	2	3	4	5
1 Внешний осмотр	4.1.1	-	да	да
2 Определение потенциала электродов	4.2.1	Иономер типа И-160 ТУ РБ 14694395.003-97, входное сопротивление не менее $1 \cdot 10^{12}$ Ом, диапазон измерения от минус 3000 до плюс 2000 мВ, дискретность 0,1 мВ, погрешность измерения потенциала ±1 мВ. Электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовый 2-го разряда ЭСО-01 ГОСТ 17792-72. Термометры ртутные стеклянные лабораторные ТЛ-4 ТУ 25-2021.003-88, предел измерения от 0 °С до 55 °С, цена деления 0,1 °С. Ультра-Термостат типа У10, диапазон регулирования температуры от 0 °С до 100 °С, точность поддержания ±0,2 °С. Измерительная ячейка для контрольного раствора - стеклянный или полиэтиленовый сосуд вместимостью 500–1000 мл (нестандартное оборудование). Магнитная мешалка ММ5 ТУ 25-11.834-80, максимальное количество перемешиваемой жидкости 1,5 л.	да	да

Приложение Д  
(рекомендуемое)

Лист \_\_\_\_\_

Листов \_\_\_\_\_

Наименование организации, проводившей поверку \_\_\_\_\_

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 200 г.

поверки \_\_\_\_\_ заводской № \_\_\_\_\_

изготовленного \_\_\_\_\_ 200 г.

Условия поверки:

Средства измерения, применяемые при поверке:

Таблица Д.1

Наименование метрологических характеристик	Значение по НТД	Фактическое	Соответствие параметру

И.В.  
Сектор ФХЧ  
м.о.д.с. 011

Приложение Г  
(обязательное)

## Пример расчета отклонения потенциала от расчетного значения

Номинальные значения координат изопотенциальной точки  $pNa_n = 2,9$   $pNa$ ,  $E_n = -20$  мВ (в паре с насыщенным хлорсеребряным электродом сравнения).

Крутизна натриевой характеристики при температуре  $25$  °С, рассчитанная по формуле (2),  $S_1 = -59,157$  мВ/ $pNa$ .

Потенциал электрода, измеренный при температуре  $25$  °С в растворе хлористого натрия с концентрацией  $1 \cdot 10^{-1}$  моль/кг  $H_2O$  (величина  $pNa = 1,11$   $pNa$ ),  $E_{изм} = 88,0$  мВ.

Потенциал образцового электрода сравнения 2-го разряда при температуре  $20$  °С равен  $202,2$  мВ (относительно нормального водородного электрода).

Разность между номинальным значением потенциала электрода сравнения ( $202,0$  мВ при  $20$  °С) и действительным значением потенциала образцового электрода сравнения ( $202,2$  мВ при  $20$  °С)

$$\Delta' = 202,0 - 202,2 = -0,2 \text{ мВ.}$$

Температура в ячейке образцового электрода сравнения  $23$  °С.  
Поправка  $\Delta'' = -0,2 \cdot (23 - 20) = -0,6$  мВ.

Расчетное значение потенциала электрода

$$E_p = -20 + (-59,157) \cdot (1,11 - 2,9) + (-0,2) - (-0,6) = 86,3 \text{ мВ.}$$

Отклонение потенциала электрода от расчетного значения равно

$$88,0 - 86,3 = 1,7 \text{ мВ.}$$

Продолжение таблицы 1

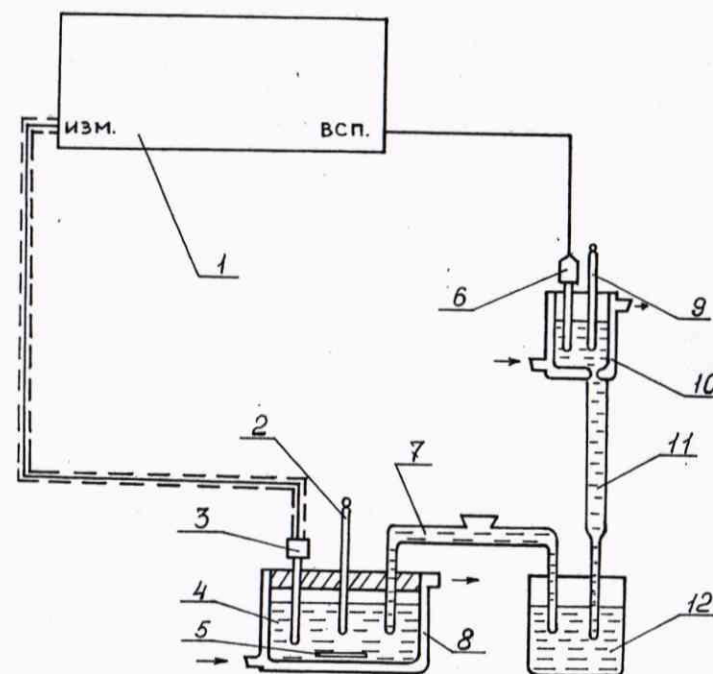
1	2	3	4	5
		<p>Ячейка для насыщенного раствора хлористого калия - полиэтиленовый или полистироловый сосуд вместимостью 100–200 мл (нестандартное оборудование).            Электролитический ключ с истечением насыщенного раствора хлористого калия от 0,3 до 3,5 мл в сутки (нестандартное оборудование).            Электролитический мостик – U – образная стеклянная или полиэтиленовая трубка с внутренним диаметром 4–8 мм (нестандартное оборудование) – для электродов ЭМ-Cl-01 (ЭМ-Cl-01CP).            Стеклянный стакан вместимостью 100–200 мл - для электродов ЭМ-Cl-01 (ЭМ-Cl-01CP).            Весы лабораторные ГОСТ 24104-88, класс точности не ниже 2.            Колбы 2-1000-2 ГОСТ 1770-74.            Пипетки 2-1-2-10 ГОСТ 29227-91.            Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72.            Калий хлористый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4234-77.            Калий азотнокислый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4217-77 – для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07CP), ЭМ-Cl-01 (ЭМ-Cl-01CP).            Калий йодистый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4232-74 - для электродов ЭМ-J-01 (ЭМ-J-01CP), ЭМ-CN-01 (ЭМ-CN-01CP).            Вода дистиллированная, освобожденная от углекислоты кипячением, ГОСТ 4517-87 – для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07CP).            Натрий хлористый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4233-77 – для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07CP).            Аммиак водный "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 3760-79 - для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07CP).</p>		
3	4.2.2	<p>Определение крутизны ионной характеристики электродов</p> <p>Иономер типа И-160 ТУ РБ 14694395.003-97, входное сопротивление не менее <math>1 \cdot 10^{12}</math> Ом, диапазон измерения от минус 3000 до плюс 2000 мВ, дискретность 0,1 мВ, погрешность измерения потенциала <math>\pm 1</math> мВ.            Электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовый 2-го разряда ЭСО-01 ГОСТ 17792-72.            Термометры ртутные стеклянные лабораторные ТЛ-4 ТУ 25-2021.003-88, предел измерения от 0 °С до 55 °С, цена деления 0,1 °С.</p>	нет	да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
		<p>Ультра-Термостат типа U10, диапазон регулирования температуры от 0 до 100 °С, точность поддержания <math>\pm 0,2</math> °С.</p> <p>Измерительная ячейка для контрольного раствора - стеклянный или полиэтиленовый сосуд вместимостью 500 - 1000 мл (нестандартное оборудование).</p> <p>Магнитная мешалка ММ5 ТУ 25-11.834-80, максимальное количество перемешиваемой жидкости 1,5 л.</p> <p>Ячейка для насыщенного раствора хлористого калия - полиэтиленовый или полистироловый сосуд вместимостью 100 - 200 мл (нестандартное оборудование).</p> <p>Электролитический ключ с истечением насыщенного раствора хлористого калия от 0,3 до 3,5 мл в сутки (нестандартное оборудование).</p> <p>Электролитический мостик - U - образная стеклянная или полиэтиленовая трубка с внутренним диаметром 4 - 8 мм (нестандартное оборудование) - для электродов ЭМ-С1-01 (ЭМ-С1-01СР), ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с "серебряной" функцией.</p> <p>Стеклянный стакан вместимостью 100 - 200 мл - для электродов ЭМ-С1-01 (ЭМ-С1-01СР), ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с "серебряной" функцией.</p> <p>Весы лабораторные ГОСТ 24104-88, класс точности не ниже 2.</p> <p>Колбы 2-1000-2 ГОСТ 1770-74.</p> <p>Пипетки 2-1-2-10 ГОСТ 29227-91.</p> <p>Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72</p> <p>Калий хлористый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4234-77.</p> <p>Калий азотнокислый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4217-77 - для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР), ЭМ-С1-01 (ЭМ-С1-01СР), ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с "серебряной" функцией.</p> <p>Калий йодистый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4232-74 - для электродов ЭМ-J-01 (ЭМ-J-01СР), ЭМ-CN-01 (ЭМ-CN-01СР).</p> <p>Серебро азотнокислое "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 1277-75 - для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с "серебряной" функцией.</p>		

Приложение В  
(обязательное)

Схема измерения потенциала  
электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с "серебряной" функцией,  
электродов ЭМ-С1-01 (ЭМ-С1-01СР)



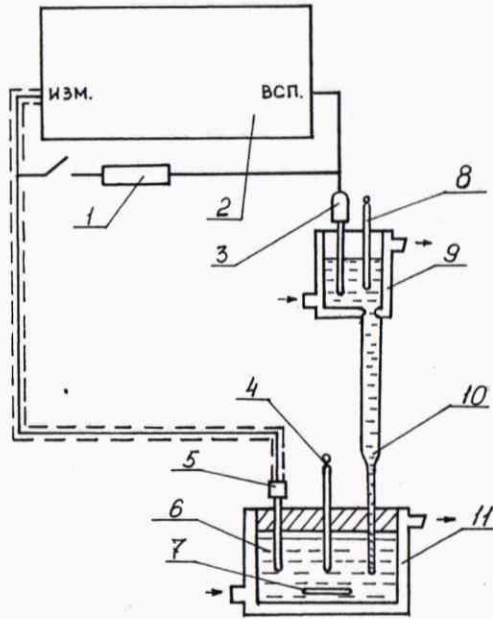
- 1 - иономер
- 2,9 - термометры
- 3 -веряемый электрод
- 4 - контрольный раствор
- 5 - перемешивающий стержень магнитной мешалки
- 6 - образцовый электрод сравнения 2-го разряда по ГОСТ 17792-72
- 7 - электролитический мостик, заполненный насыщенным раствором азотнокислого калия
- 8,10 - термостатированные ячейки (термостатирование ячейки 10 необязательно)
- 11 - электролитический ключ с насыщенным раствором хлористого калия
- 12 - насыщенный раствор хлористого калия КС1 для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с "серебряной" функцией, контрольный раствор для электродов ЭМ-С1-01 (ЭМ-С1-01СР)

М. Д.  
состав 9/84  
12.09.02

М. Д.  
состав 9/84  
12.09.02

Приложение Б  
(обязательное)

Схема измерения потенциала электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с натриевой функцией, электродов ЭМ-Ј-01 (ЭМ-Ј-01СР), ЭМ-СN-01 (ЭМ-СN-01СР), ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР)



- 1 – калиброванное сопротивление  $R_{ш} = 2,0 \text{ МОм}$  – для проверки электрического сопротивления электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР)
- 2 – иономер
- 3 – образцовый электрод сравнения 2 – го разряда по ГОСТ 17792-72
- 4,8 – термометры
- 5 – поверяемый электрод
- 6 – контрольный раствор
- 7 – перемешивающий стержень магнитной мешалки
- 9,11 – термостатированные ячейки (термостатирование ячейки 9 необязательно)
- 10 – электролитический ключ с насыщенным раствором хлористого калия

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
		<p>Вода дистиллированная, освобожденная от углекислоты кипячением, ГОСТ 4517-87 – для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с натриевой функцией.</p> <p>Натрий хлористый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4233-77 – для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с натриевой функцией.</p> <p>Аммиак водный "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 3760-79 – для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с натриевой функцией.</p>		
4	Определение электрического сопротивления электродов	<p>4.2.3 Тераомметр Е6-13А ЯЫ2.722.014 ТУ, диапазон измерений от <math>10</math> до <math>10^{14}</math> Ом, основная погрешность <math>\pm 10,0 \%</math> – для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР), ЭМ-Сl-01 (ЭМ-Сl-01СР), ЭМ-Ј-01 (ЭМ-Ј-01СР), ЭМ-СN-01 (ЭМ-СN-01СР).</p> <p>Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4 ТУ 25-2021.003-88, предел измерения от <math>0</math> до <math>55</math> °С, цена деления <math>0,1</math> °С.</p> <p>Ультра-Термостат типа U10, диапазон регулирования температуры от <math>0</math> до <math>100</math> °С, точность поддержания <math>\pm 0,2</math> °С.</p> <p>Измерительная ячейка для контрольного раствора – стеклянный или полиэтиленовый сосуд вместимостью <math>500 - 1000</math> мл (нестандартное оборудование).</p> <p>Контактный электрод – стальная пластинка с площадью поверхности от <math>5</math> до <math>10 \text{ см}^2</math> – для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР), ЭМ-Сl-01 (ЭМ-Сl-01СР), ЭМ-Ј-01 (ЭМ-Ј-01СР), ЭМ-СN-01 (ЭМ-СN-01СР).</p> <p>Иономер типа И-160 ТУ РБ 14694395.003-97, входное сопротивление не менее <math>1 \cdot 10^{12}</math> Ом, диапазон измерения от минус <math>3000</math> до плюс <math>2000</math> мВ, дискретность <math>0,1</math> мВ – для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР).</p> <p>Электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовый 2-го разряда ЭСО-01 ГОСТ 17792-72 – для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР).</p> <p>Магнитная мешалка ММ5 ТУ 25-11.834-80, максимальное количество перемешиваемой жидкости <math>1,5</math> л – для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР).</p>	да	да

*Handwritten notes:*  
14.2.  
вспомогательный электрод  
10.02.04

*Handwritten notes:*  
14.2.  
вспомогательный электрод  
10.02.04

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
		<p>Ячейка для насыщенного раствора хлористого калия - полиэтиленовый или полистироловый сосуд вместимостью 100 - 200 мл (нестандартное оборудование) - для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР).</p> <p>Электролитический ключ с истечением насыщенного раствора хлористого калия от 0,3 до 3,5 мл в сутки (нестандартное оборудование) - для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР).</p> <p>Калиброванное сопротивление R<sub>ш</sub> = 2,0 МОм (резистор С2-29 В-0,25-2 МОм ± 1 % ОЖО.467.130 ТУ) - для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР).</p> <p>Весы лабораторные ГОСТ 24104-88, класс точности не ниже 2.</p> <p>Колбы 2-1000-2 ГОСТ 1770-74.</p> <p>Пипетки 2-1-2-10 ГОСТ 29227-91.</p> <p>Калий хлористый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4234-77.</p> <p>Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72.</p> <p>Калий азотнокислый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4217-77 - для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР).</p> <p>Калий йодистый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4232-74 - для электродов ЭМ-Ј-01 (ЭМ-Ј-01СР), ЭМ-СN-01 (ЭМ-СN-01СР).</p> <p>Вода дистиллированная, освобожденная от углекислоты кипячением, ГОСТ 4517-87 - для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР).</p> <p>Натрий хлористый "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 4233-77 - для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР).</p> <p>Аммиак водный "х.ч." или "ч.д.а." ГОСТ 3760-79 - для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР).</p>		

А.4 Перечень и методика приготовления поверочных растворов для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР)

А.4.1. Перечень поверочных растворов для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР) приведен в таблице А.5.

Таблица А.5

Номер раствора	Концентрация раствора KNO <sub>3</sub> , моль/кг H <sub>2</sub> O	Значение рNO <sub>3</sub> при 25 °С
1	1 · 10 <sup>-3</sup>	3,02
2	1 · 10 <sup>-1</sup>	1,13

А.4.2 Методика приготовления растворов, приведенных в таблице А.5

Раствор 2 - KNO<sub>3</sub> концентрацией 1 · 10<sup>-1</sup> моль/кг H<sub>2</sub>O, готовят растворением в 1000 мл дистиллированной воды 10,11 г азотнокислого калия KNO<sub>3</sub>, высушенного до постоянной массы.

Для приготовления раствора 1 - KNO<sub>3</sub> концентрацией 1 · 10<sup>-3</sup> моль/кг H<sub>2</sub>O, отмеряют пипеткой 10 мл раствора 2 и переносят в мерную колбу вместимостью 1000 мл, которую заполняют до метки дистиллированной водой.

Растворы азотнокислого калия хранить в закрытой посуде.

Срок хранения раствора 2 - не более месяца, раствора 1 - не более недели.

м.д.  
с.м.т.р. ф.к.ч.  
2010.02.01

А.2 Перечень и методика приготовления поверочных растворов для электродов ЭМ-J-01 (ЭМ-J-01СР), ЭМ-CN-01 (ЭМ-CN-01СР)

А.2.1 Перечень поверочных растворов для электродов ЭМ-J-01 (ЭМ-J-01СР), ЭМ-CN-01 (ЭМ-CN-01СР) приведен в таблице А.3.

Таблица А.3

Номер раствора	Концентрация раствора КJ, моль/кг Н <sub>2</sub> O	Значение рJ при 25 °C
1	$1 \cdot 10^{-4}$	4,00
2	$1 \cdot 10^{-1}$	1,10
3	$1 \cdot 10^{-3}$	3,02

А.2.2 Методика приготовления растворов, приведенных в таблице А.3

Раствор 2 – КJ концентрацией  $1 \cdot 10^{-1}$  моль/кг Н<sub>2</sub>O, готовят растворением в 1000 мл дистиллированной воды 16,60 г йодистого калия КJ, высушенного до постоянной массы.

Для приготовления раствора 3 – КJ концентрацией  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/кг Н<sub>2</sub>O, отмеряют пипеткой 10 мл раствора 2 и переносят в мерную колбу вместимостью 1000 мл, которую заполняют до метки дистиллированной водой.

Для приготовления раствора 1 – КJ концентрацией  $1 \cdot 10^{-4}$  моль/кг Н<sub>2</sub>O, отмеряют пипеткой 100 мл раствора 3 и переносят в мерную колбу вместимостью 1000 мл, которую заполняют до метки дистиллированной водой.

Растворы йодистого калия хранить не более недели в закрытой посуде.

А.3 Перечень и методика приготовления поверочных растворов для электродов ЭМ-Cl-01 (ЭМ-Cl-01СР)

А.3.1 Перечень поверочных растворов для электродов ЭМ-Cl-01 (ЭМ-Cl-01СР) приведен в таблице А.4.

Таблица А.4

Номер раствора	Концентрация раствора КСl, моль/кг Н <sub>2</sub> O	Значение рCl при 25 °C
1	$1 \cdot 10^{-3}$	3,02
2	$1 \cdot 10^{-1}$	1,11

А.3.2 Методика приготовления растворов, приведенных в таблице А.4

Раствор 2 – КСl концентрацией  $1 \cdot 10^{-1}$  моль/кг Н<sub>2</sub>O, готовят растворением в 1000 мл дистиллированной воды 7,46 г хлористого калия КСl, высушенного до постоянной массы.

Для приготовления раствора 1 - КСl концентрацией  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/кг Н<sub>2</sub>O, отмеряют пипеткой 10 мл раствора 2 и переносят в мерную колбу вместимостью 1000 мл, которую заполняют до метки дистиллированной водой.

Растворы хлористого калия хранить в закрытой посуде.

Срок хранения раствора 2 – не более месяца, раствора 1 – не более недели.

И. Д.  
Сектор ФХК  
12.02.02

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
5	Определение электрического сопротивления изоляции электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР)	4.2.4 Тераомметр Е6-13А ЯБ2.722.014 ТУ, диапазон измерений от 10 до $10^{14}$ Ом, основная погрешность $\pm 10,0\%$ .	да	да

**Примечания**

1 Допускается применять другие средства поверки, не приведенные в таблице 1, обеспечивающие определение метрологических характеристик электродов с требуемой точностью.

2 Для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с "серебряной" функцией поверку при эксплуатации и хранении по пункту 4.2.1 не проводить.

**2 Требования безопасности**

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования, установленные ГОСТ 12.2.007.0-75.

**3 Условия поверки и подготовка к ней**

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °C;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа.

3.2 Электроды на поверку должны представляться в упаковке незагрязненными и с эксплуатационными документами, содержащими основные технические данные, необходимые для поверки электродов.

3.3 Электроды должны быть подготовлены к измерениям в соответствии с указаниями, приведенными в эксплуатационных документах.

3.4 Необходимая для измерения температура в ячейке с электродами должна быть установлена за 3 мин до снятия показания.

3.5 Колебание температуры, при которой находится образцовый электрод сравнения при определении каждой из метрологических характеристик, не должно превышать  $\pm 1$  °C. При больших колебаниях температуры в результат измерения необходимо вносить поправку с учетом температурного коэффициента потенциала образцового электрода сравнения.

И. Д.  
Сектор ФХК  
12.02.02

3.6 Измерение потенциалов производят не ранее, чем через 8 ч после измерения электрического сопротивления или электрического сопротивления изоляции электродов.

3.7 Для поверки электродов применяют растворы, перечень и методика приготовления которых приведены в приложении А.

#### 4 Проведение поверки

##### 4.1 Внешний осмотр

4.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие электродов следующим требованиям:

- на электродах должна быть нанесена четкая маркировка;
- электроды не должны иметь трещин на корпусе и других повреждений;
- мембрана (пленка) электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР) не должна иметь повреждений.

##### 4.2 Определение метрологических характеристик

###### 4.2.1 Определение потенциала электродов

4.2.1.1 Перед измерением потенциала электроды ЭМ-Ј-01 (ЭМ-Ј-01СР), ЭМ-СN-01 (ЭМ-СN-01СР), ЭМ-Сl-01 (ЭМ-Сl-01СР), ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР) вначале тщательно (при перемешивании) отмывают в ячейке с дистиллированной водой (2-3 раза по 5-10 мин.), затем 2 раза в измеряемом растворе. Электроды ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) промывают только в измеряемом растворе.

4.2.1.2 Потенциал электродов E<sub>изм.</sub>, мВ, измеряют в растворах, приведенных в таблице 2, относительно образцового электрода сравнения 2-го разряда ЭСО-01 по ГОСТ 17792-72. Схема измерения потенциала – в соответствии с таблицей 2.

Температура раствора – (25,0 ± 0,5) °С.

Таблица 2

Электроды	Растворы для измерения потенциала	Схема измерения потенциала
ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР)	Раствор 1 по таблице А.1	Приложение Б
ЭМ-Ј-01 (ЭМ-Ј-01СР), ЭМ-СN-01(ЭМ-СN-01СР)	Раствор 3 по таблице А.3	Приложение Б
ЭМ-Сl-01 (ЭМ-Сl-01СР)	Раствор 1 по таблице А.4	Приложение В
ЭМ-NO <sub>3</sub> -07 (ЭМ-NO <sub>3</sub> -07СР)	Раствор 1 по таблице А.5	Приложение Б

#### Приложение А (обязательное)

##### Перечень и методика приготовления поверочных растворов

А.1 Перечень и методика приготовления поверочных растворов для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР)

А.1.1 Перечень поверочных растворов для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с натриевой функцией приведен в таблице А.1.

Таблица А.1

Номер раствора	Концентрация раствора NaCl, моль/кг H <sub>2</sub> O	Значение рNa при 25 °С
1	1·10 <sup>-1</sup>	1,11
2	1·10 <sup>-3</sup>	3,02

А.1.2 Методика приготовления растворов, приведенных в таблице А.1

Для приготовления растворов необходимо использовать дистиллированную воду, освобожденную от уголекислоты кипячением, со значением 9–10 рН (достигается путем добавления NH<sub>4</sub>OH).

Раствор 1 – NaCl концентрацией 1·10<sup>-1</sup> моль/кг H<sub>2</sub>O, готовят растворением в 1000 мл дистиллированной воды 5,85 г натрия хлористого NaCl, высушенного до постоянной массы.

Для приготовления раствора 2 – NaCl концентрацией 1·10<sup>-3</sup> моль/кг H<sub>2</sub>O, отмеряют пипеткой 10 мл раствора 1 и переносят в мерную колбу вместимостью 1000 мл, которую заполняют до метки дистиллированной водой.

Хранить растворы следует в плотно закрытой посуде из полиэтилена.

Срок хранения раствора 1 – не более месяца, раствора 2 – не более недели.

А.1.3 Перечень поверочных растворов для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с "серебряной" функцией приведен в таблице А.2.

Таблица А.2

Номер раствора	Концентрация раствора AgNO <sub>3</sub> , моль/кг H <sub>2</sub> O	Значение рAg при 25 °С
1	1·10 <sup>-1</sup>	1,13
2	1·10 <sup>-3</sup>	3,02

А.1.4 Методика приготовления растворов, приведенных в таблице А.2

Раствор 1 – AgNO<sub>3</sub> концентрацией 1·10<sup>-1</sup> моль/кг H<sub>2</sub>O, готовят растворением в 1000 мл дистиллированной воды 16,99 г азотнокислого серебра AgNO<sub>3</sub>, высушенного до постоянной массы.

Для приготовления раствора 2 – AgNO<sub>3</sub> концентрацией 1·10<sup>-3</sup> моль/кг H<sub>2</sub>O, отмеряют пипеткой 10 мл раствора 1 и переносят в мерную колбу вместимостью 1000 мл, которую заполняют до метки дистиллированной водой.

Растворы азотнокислого серебра хранить в темном месте в полиэтиленовых бутылках с завинчивающимися крышками. Срок хранения растворов не более 5 дней.





4.2.3.2 Электрическое сопротивление электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07CP) определяют следующим образом.

Вначале измеряют потенциал E<sub>1</sub>, мВ, в растворе 1 по таблице А.5 при температуре (25±1) °С по методике пункта 4.2.1, затем, включив параллельно цепи мембранного и образцового электрода сравнения калиброванное сопротивление R<sub>ш</sub>, равное 2,0 МОм, производят повторное измерение потенциала E<sub>3</sub>, мВ.

Сопротивление электрода R, МОм, рассчитывают по формуле

$$R = \left( \frac{E_1}{E_3} - 1 \right) \cdot R_{ш}, \quad (6)$$

где R<sub>ш</sub> - калиброванное сопротивление, равное 2,0 МОм.

Электрическое сопротивление электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07CP) должно быть в пределах от 0,05 до 1,0 МОм.

4.2.4 Электрическое сопротивление изоляции электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07CP) определяют тераомметром на воздухе.

Перед измерением электрического сопротивления изоляции электрод промывают дистиллированной водой и высушивают фильтровальной бумагой.

Центральную жилу кабеля электрода подключают к экранированному зажиму прибора, а экран - ко второму зажиму прибора.

Электрическое сопротивление изоляции электрода должно быть не менее 10<sup>11</sup> Ом.

## 5 Оформление результатов поверки

5.1 Электроды, соответствующие требованиям настоящей методики поверки, допускают к применению в эксплуатации. Результаты поверки заносят в протокол приложения Д.

При положительных результатах поверки выдается Свидетельство о поверке по форме приложения Г ТКП 8.003-2011 или ставится отметка в паспорте при первичной поверке.

5.2 Электроды, не соответствующие требованиям настоящей методики поверки, к применению в эксплуатации не допускают.

Свидетельство о поверке аннулируется. Выдается Заключение о непригодности с указанием причин несоответствия по форме приложения Д ТКП 8.003-2011.



Электролитический ключ (электролитический мостик) погружают в измерительную ячейку только на время измерений. Время нахождения электролитического ключа (электролитического мостика) в измеряемом растворе не должно превышать 10 мин.

Значение потенциала при измерениях следует отсчитывать до десятых долей милливольта.

4.2.1.3 Измеренное значение потенциала электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07CP) E<sub>изм.</sub>, мВ, не должно отличаться от расчетного значения E<sub>р</sub>, мВ, определяемого по формуле 1, более чем на:

±12 мВ при первичной поверке,

±30 мВ при эксплуатации и хранении.

Расчетное значение потенциала электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07CP) E<sub>р</sub>, мВ, определяют по формуле

$$E_p = E_n + S_t \cdot (pNa_t - pNa_n) + \Delta' - \Delta'', \quad (1)$$

где E<sub>n</sub>, pNa<sub>n</sub> - номинальные значения координат изопотенциальной точки электродной системы, состоящей из стеклянного электрода и электрода сравнения, соответственно, мВ, pNa;

S<sub>t</sub> - крутизна натриевой характеристики в мВ/pNa при температуре раствора t, рассчитанная по формуле

$$S_t = -(54,197 + 0,1984 \cdot t), \quad (2)$$

где t - температура раствора, °С;

pNa<sub>t</sub> - значение pNa раствора при температуре раствора t;

Δ' - поправка к разности между номинальным значением потенциала электрода сравнения и действительным значением потенциала образцового электрода сравнения, мВ. Номинальное значение потенциала электрода сравнения относительно нормального водородного электрода при температуре 20 °С равно 202,0 мВ;

Δ'' - поправка к потенциалу образцового электрода сравнения на отклонение его температуры от 20 °С, мВ, рассчитанная по формуле

$$\Delta'' = K_t \cdot (t - 20), \quad (3)$$

где K<sub>t</sub> - температурный коэффициент потенциала образцового электрода сравнения, мВ/°С;

t - температура образцового электрода сравнения, °С.

Пример расчета отклонения потенциала приведен в приложении Г.

4.2.1.4 Потенциал электродов ЭМ-J-01 (ЭМ-J-01CP), ЭМ-CN-01 (ЭМ-CN-01CP), ЭМ-Cl-01 (ЭМ-Cl-01CP), ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07CP) относительно насыщенного хлорсеребряного электрода E, мВ, определяют по формуле

$$E = E_{изм.} + \Delta' - \Delta'', \quad (4)$$



где  $E_{\text{изм}}$  – измеренное значение потенциала электрода относительно образцового электрода сравнения, мВ;

$\Delta'$  – поправка к разности между номинальным значением потенциала электрода сравнения и действительным значением потенциала образцового электрода сравнения, мВ. Номинальное значение потенциала электрода сравнения относительно нормального водородного электрода при температуре 20 °С равно 201,0 мВ.

$\Delta''$  – поправка к потенциалу образцового электрода сравнения на отклонение его температуры от 20 °С, мВ, рассчитанная по формуле 3.

Потенциал электродов относительно насыщенного хлорсеребряного электрода Е, мВ, рассчитанный по формуле 4, должен быть:

(минус 165 ± 12) мВ – для электродов ЭМ-J-01 (ЭМ-J-01СР), ЭМ-CN-01 (ЭМ-CN-01СР),

(198 ± 12) мВ – для электродов ЭМ-Cl-01 (ЭМ-Cl-01СР),

(198 ± 15) мВ – для электродов ЭМ-NO<sub>3</sub>-07 (ЭМ-NO<sub>3</sub>-07СР).

#### 4.2.2 Определение крутизны ионной характеристики электродов.

4.2.2.1 Крутизну ионной характеристики электродов определяют по данным измерения потенциалов при температуре (25,0 ± 0,5) °С в растворах, приведенных в таблице 3. Схема измерения потенциалов – в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Электроды	Растворы для измерения потенциалов	Схема измерения потенциалов
ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с натриевой функцией	Растворы 1 и 2 по таблице А.1	Приложение Б
ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с "серебряной" функцией	Растворы 1 и 2 по таблице А.2	Приложение В
ЭМ-J-01 (ЭМ-J-01СР), ЭМ-CN-01 (ЭМ-CN-01СР)	Растворы 1 и 2 по таблице А.3	Приложение Б
ЭМ-Cl-01 (ЭМ-Cl-01СР)	Растворы 1 и 2 по таблице А.4	Приложение В
ЭМ-NO <sub>3</sub> -07 (ЭМ-NO <sub>3</sub> -07СР)	Растворы 1 и 2 по таблице А.5	Приложение Б

Вначале измеряют потенциал в соответствующем растворе 1 по методике пункта 4.2.1, затем – в соответствующем растворе 2. Перед измерением потенциала в растворе 2 отмывка в дистиллированной воде не требуется, а только лишь в измеряемом растворе.

Для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР) с "серебряной" функцией измерительная ячейка должна быть выполнена из полиэтилена и защищена от попадания прямых лучей света.

4.2.2.2 Крутизну ионной характеристики электродов  $S_i$ , мВ/рХ, рассчитывают по формуле

$$S_i = \frac{E_1 - E_2}{\rho X_1 - \rho X_2}, \quad (5)$$

где  $E_1, E_2$  – потенциалы электрода в соответствующих растворах 1 и 2 при температуре 25 °С, мВ;

$\rho X_1, \rho X_2$  – значения рХ растворов 1 и 2 при температуре 25 °С.

4.2.2.3 Крутизна ионной характеристики электродов при температуре 25 °С должна быть по абсолютной величине не менее 53,3 мВ/рХ.

#### 4.2.3 Определение электрического сопротивления электродов

4.2.3.1 Электрическое сопротивление электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР), ЭМ-J-01 (ЭМ-J-01СР), ЭМ-CN-01 (ЭМ-CN-01СР), ЭМ-Cl-01 (ЭМ-Cl-01СР) определяют тераометром в растворах, приведенных в таблице 4.

Температура растворов:

(20,0 ± 0,5) °С – для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР),

(20 ± 1) °С – для остальных электродов.

Таблица 4

Электроды	Растворы для измерения сопротивления
ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР)	Раствор 1 по таблице А.1
ЭМ-J-01 (ЭМ-J-01СР), ЭМ-CN-01 (ЭМ-CN-01СР)	Раствор 3 по таблице А.3
ЭМ-Cl-01 (ЭМ-Cl-01СР)	Раствор 2 по таблице А.4

Проверяемый и контактный электроды устанавливают в ячейку с соответствующим раствором. Один вывод тераометра присоединяют к выводному проводу электрода (центральной жиле кабеля электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР), а другой – к контактному электроду.

Электрическое сопротивление должно быть в пределах:

от 20 до 200 МОм для электродов ЭСЛ-51-07 (ЭСЛ-51-07СР);

от 0,03 до 1,5 МОм для электродов ЭМ-J-01 (ЭМ-J-01СР), ЭМ-CN-01 (ЭМ-CN-01СР);

от 0,01 до 0,5 МОм для электродов ЭМ-Cl-01 (ЭМ-Cl-01СР).

И. Д.  
С. С. С. С. С.  
11.02.02

И. Д.  
С. С. С. С. С.  
11.02.02