

СОГЛАСОВАНО

Директор ООО «Антех»



Э. Марченко  
2015г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора –  
начальник отдела метрологии  
Гомельского ЦСМС

С.И. Руденков  
" 27 " февраля 2015г.

Система обеспечения единства измерений  
Республики Беларусь

# ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПРОМЫШЛЕННЫЕ типа П-216

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МРБ.МП 2487 -2015



Настоящая методика распространяется на преобразователи промышленные П-216 (далее - преобразователи), предназначенные для преобразования ЭДС чувствительных элементов первичных преобразователей, применяемых для потенциометрических измерений, в электрический непрерывный выходной сигнал тока, а так же индикации результатов измерения на дисплее.

Межповерочный интервал преобразователей – 12 месяцев.

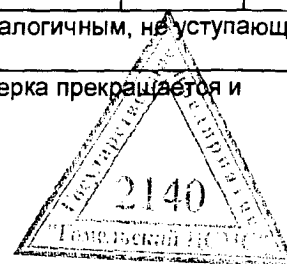
### 1. Операции и средства поверки

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

Таблица 1.

Наименование операции	Номер пункта методик и поверки	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки; номер документа регламентирующего технические требования к средству, метрологические характеристики	Обязательность проведения операции при	
			первичной	периодической
1	2	3	4	5
Внешний осмотр	6.1	-	+	+
Опробование	6.2	-	-	+
Контроль основных погрешностей преобразователя:	6.3			
- в режиме $t$	6.3.1	Магазин сопротивлений МСП-60М, предел измерения $10^4$ Ом, класс точности 0,02	+	+
- в режиме mV	6.3.2	Магазин сопротивлений МСП-60М, предел измерения $10^4$ Ом, класс точности 0,02; Компаратор напряжений Р3003 ТУ25-04.3771-79, диапазон измерения от 0 до 11,11 В, класс точности 0,01; Имитатор электродной системы типа И-02 ТУ25-05.2141-76, $R_{и} = 0$ , (500, 1000) МОм $\pm 25\%$ , $R_{в} = 0$ , (10, 20) кОм $\pm 1\%$ ; Калиброванный резистор сопротивлением 20 Ом $\pm 0,1\%$ ; Цифровой вольтметр Щ300, пределы измерения 120 мВ, 400 мВ; 12 В, класс точности 0,15	+	+
- в режиме рН (рХ).	6.3.3			
Контроль дополнительных погрешностей преобразователя по выходному сигналу, вызванных изменением сопротивления в цепи:	6.4	Компаратор напряжений Р3003 ТУ25-04.3771-79, диапазон измерения от 0 до 11,11 В, класс точности 0,0005; Имитатор электродной системы типа И-02 ТУ25-05.2141-76, $R_{и} = 0$ , (500, 1000) МОм $\pm 25\%$ , $R_{в} = 0$ , (10, 20) кОм $\pm 1\%$ ; Калиброванный резистор сопротивлением 20 Ом $\pm 0,1\%$ ; Цифровой вольтметр Щ300, пределы измерения 120 мВ, 400 мВ; 12 В, класс точности 0,15	+	+
- измерительного электрода	6.4.1		+	+
- вспомогательного электрода	6.4.2		+	+
-«земля-раствор»	6.4.3		+	+
<i>Примечание</i> - Допускается замена выше указанного оборудования аналогичным, не уступающим по техническим характеристикам.				

При получении отрицательного результата на любом из этапов, поверка прекращается и оформляется извещение о непригодности, согласно раздела 7.



## 2. Требования безопасности

При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, указанные в разделе "Указания мер безопасности" руководства по эксплуатации на данное исполнение и средств поверки.

## 3. Требования к квалификации поверителей

К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке, а также изучившие эксплуатационную документацию преобразователя, действующие правила эксплуатации электроустановок и правила работы с химическими растворами.

## 4. Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| - температура окружающего воздуха, °C | 20 ± 5;  |
| - относительная влажность воздуха, %  | от 30 до 80;   |
| - атмосферное давление, кПа           | от 86 до 106,7;  |
| - напряжение питания, В               | 230 <sup>+23</sup> <sub>-34,5</sub> (или 36 <sup>+3,6</sup> <sub>-5,4</sub> ); |
| - частота питающего тока, Гц          | 50 ± 0,5;  |
| - вибрация, тряска и удары            | отсутствуют;   |

## 5. Подготовка к поверке

5.1. Перед проведением поверки необходимо выдержать преобразователь при температуре (20 ± 5) °C и относительной влажности от 30 до 80 % в течение 24 ч.

5.2. Подготовить поверяемый преобразователь к работе согласно указаниям руководства по эксплуатации на данное исполнение, выполнить градуировку.

5.3. Подключить амперметр к клеммам проверяемого выходного сигнала.

Схемы электрических соединений для поверки преобразователей приведены в приложении А:

- для преобразователя П-216.3 – рисунок А.1;
- для преобразователя П-216.4 – рисунок А.2;
- для преобразователя П-216.5 – рисунок А.3;
- для преобразователя П-216.6 – рисунок А.4;
- для преобразователя П-216.7 – рисунок А.5;

Допускается значения выходных сигналов определять по падению напряжения, в мВ, на резисторе 20 Ом ± 0,1 % вольтметром с пределами измерения 100 мВ и 400 мВ класса точности 1,0.

5.4. Таблицы номинальных значений ЭДС электродной системы и зависимость сопротивления датчика температуры от температуры, используемые при поверках, приведены соответственно в приложениях Б, В, Г, Д.

## 6. Проведение поверки

### 6.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие преобразователя следующим требованиям:

- отсутствие механических и коррозионных повреждений, влияющих на работоспособность преобразователя;
- четкое изображение надписей;
- соответствие типа и серийного номера;
- комплектность - в соответствии с формуляром на данное исполнение.

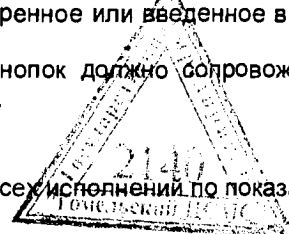
### 6.2. Опробование

Опробование выполняется следующим образом:

1. включить питание преобразователя, на дисплей должна выводиться информация, соответствующая включенному режиму измерения в единицах показателя активности (концентрации) ионов или ЭДС электродных систем, а так же измеренное или введенное вручную значение температуры анализируемой среды;
2. проверить работоспособность органов управления: нажатие кнопок должно сопровождаться соответствующим изменением режима работы преобразователя.

### 6.3. Контроль основных погрешностей преобразователя.

6.3.1. Определение основной погрешности преобразователя П216 всех исполнений по показаниям дисплея в режиме измерения температуры.



Основную абсолютную погрешность преобразователя в режиме измерения температуры по показаниям дисплея контролировать в точках, равных минус 20; 20; 100; 150°C, следующим образом:

1. установить на магазине сопротивлений сопротивление, соответствующее проверяемой точке (приложение Б).
2. - отметить показания дисплея.

Основная абсолютная погрешность преобразователя рассчитывается по формуле

$$\Delta t = t_d - t_{ном}, \quad (1)$$

где  $\Delta t$  - основная абсолютная погрешность, °С;  
 $t_d$  - показания дисплея, °С;  
 $t_{ном}$  - значение температуры, соответствующее контрольной точке, °С.

Основная абсолютная погрешность преобразователя должна быть не более  $\pm 0,5$  °С.

**6.3.2.** Основную абсолютную погрешность преобразователей в режиме mV по показаниям дисплея контролировать в точках N: минус 3000; минус 500; 0; 500; 2000; проверить следующим образом:

1. Установить на калибраторе напряжение, которое соответствовало бы значению N минус единица младшего разряда на индикаторе преобразователя.
2. Изменяя напряжение от калибратора с дискретностью 0,1 мВ, по направлению к точке N, установить показания на индикаторе равное N.
3. Зафиксировать напряжение  $U_k$  подаваемое от калибратора.
4. Продолжая изменять напряжение на калибраторе, установить значение N плюс единица на индикаторе преобразователя.
5. Выполнить пункты 2 и 3.
6. Из двух зафиксированных напряжений  $U_k$  выбрать значения с максимальной погрешностью.

Основную абсолютную погрешность в режиме mV рассчитать по формуле:

$$\Delta_{mV} = U_k - U_{ном}, \quad (2)$$

где  $\Delta_{mV}$  - основная абсолютная погрешность в режиме mV, мВ;  
 $U_k$  - отсчет напряжения по калибратору, мВ (из двух отсчетов  $U_1$  и  $U_2$  выбирают значение, дающее максимальную погрешность);  
 $U_{ном}$  - номинальное значение напряжения, равное значению проверяемой точки N, мВ.

Основная абсолютная погрешность преобразователя должна быть не более  $\pm 2$  мВ.

При поверке преобразователей исполнений П-216.3 и П-216.4 необходимо повторить поверку, используя второй вход. Для этого необходимо в соответствии с рисунком А.1 и А.2, провод МТИС7.765.002 подключить на вход IN1, а кабель МТИС6.644.041 подключить на вход IN2. При этом следует учитывать, что индицироваться значения будут с противоположным знаком.

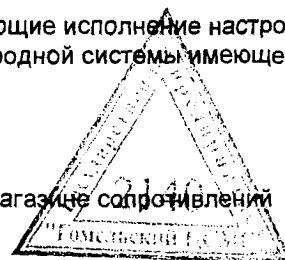
При поверке преобразователя исполнения П-216.7 необходимо повторить поверку, используя второй канал входного усилителя.

**6.3.3.** Контроль основной погрешности преобразователя по показаниям дисплея и выходным сигналам в режиме измерения рН (рХ).

При проведении первичной поверки проверяются все выходные сигналы, при периодической поверке – выходной сигнал, используемый при эксплуатации (согласно раздела «Движение прибора при эксплуатации»).

Основная погрешность преобразователя проверяется в контрольных точках N: 6,5; 7,5, 8,0 рН (рХ) на диапазоне от 6 до 8,5 рН (рХ) следующим образом:

1. Собрать схему согласно приложения А для соответствующего исполнения.
2. В соответствии с руководством по эксплуатации установить активный выходной сигнал 0-5 для работы с рН (рХ);
3. Установить диапазон  $\min=6$  рН (рХ) и  $\max=8,5$  рН (рХ);
4. В соответствии с руководством по эксплуатации на соответствующие исполнение настроить преобразователь в режиме измерения рН (рХ) для работы с электродной системой имеющей изопотенциальную точку в соответствии:
  - 1) для преобразователя П-216.3, П-216.4 – приложение В;
  - 2) для преобразователя П-216.5, П-216.6 – приложение Г;
  - 3) для преобразователя П-216.7 – приложение Д;
5. Для преобразователей П216 всех исполнений установить на магазине сопротивлений сопротивление 107,79 Ом;



6. Подать от калибратора напряжение, соответствующее подаваемой точке N поддиапазона измерения:
- 1) для преобразователя П-216.3, П-216.4 – приложение В;
  - 2) для преобразователя П-216.5, П-216.6 – приложение Г;
  - 3) для преобразователя П-216.7 – приложение Д;
7. Зафиксировать показания цифрового вольтметра подключенного к выходным сигналам и дисплея преобразователя.
8. В соответствии с руководством по эксплуатации установить активный выходной сигнал 4-20 для работы с рН (рХ);
9. Выполнить пункт 7.

Основную абсолютную погрешность в режиме рХ (рН) рассчитать по формуле:

$$\Delta_{рХ} = \frac{U_{к} - U_{ном}}{S_t}, \quad (3)$$

- где  $\Delta_{рХ}$  - основная абсолютная погрешность в режиме рХ (рН), рХ (рН);  
 $U_{к}$  - показания калибратора, соответствующее проверяемой точке диапазона, мВ;  
 $U_{ном}$  - номинальное значение ЭДС электродной системы, соответствующее проверяемой точке диапазона (приведено в эксплуатационной документации), мВ;  
 $S_t$  - численное значение крутизны характеристики электродной системы, равное 58,16 мВ/рХ (мВ/рН).

Показания дисплея должны соответствовать контрольной точке с абсолютной погрешностью не более  $\pm 0,02$  рН (рХ);

Основную приведенную погрешность по выходным сигналам рассчитать по формуле:

$$\gamma_{вых} = \frac{U_{цв} - U_{ном}}{U_N} \cdot 100\%, \quad (4)$$

- где  $\gamma_{вых}$  - основная приведенная погрешность по выходному сигналу, %;
- $U_{цв}$  - показания цифрового вольтметра для данной проверяемой точки, мВ;
- $U_{ном}$  - номинальное значение выходного сигнала, соответствующее проверяемой точке, мВ, приведено в таблице 2;
- $U_N$  - нормирующее значение выходного сигнала, численно равное:
- 100 мВ - для выходного сигнала (0 – 5) мА;
  - 320 мВ - для выходного сигнала (4 – 20) мА.

**Примечание** - Значения токовых выходных сигналов (0 – 5) мА и (4 – 20) мА при испытаниях определяются по падению напряжения (в мВ) на калиброванном резисторе 20 Ом.

Таблица 2.

Контрольная точка, рН (рХ)	Обозначение выхода, номинальные значения выходных сигналов	
	«(0 – 5) мА рХ», мВ	«(4 – 20) мА рХ», мВ
6,50	20	144
7,50	60	272
8,00	80	336

Основная приведенная погрешность преобразователя по выходным сигналам должна быть не более  $\pm 1,0$  %.

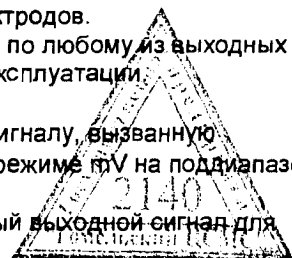
При проверке исполнения П-216.7 необходимо повторить поверку, используя второй канал входного усилителя.

**6.4.** Контроль дополнительных погрешностей преобразователя по выходному сигналу, вызванных изменением сопротивления в цепи измерительного и вспомогательного электродов.

Дополнительные погрешности при первичной поверке контролировать по любому из выходных сигналов, при периодической – по выходному сигналу, используемому при эксплуатации.

**6.4.1.** Дополнительную погрешность преобразователя по выходному сигналу, вызванную изменением сопротивления в цепи измерительного электрода, проверять в режиме мВ на поддиапазоне выходного сигнала от 1900 до 2000 мВ следующим образом:

1. в соответствии с руководством по эксплуатации установить активный выходной сигнал для работы с мВ;



2. установить диапазон  $\min=1900$  мВ и  $\max=2000$  мВ;
3. подать от калибратора напряжение 1990 мВ;
4. после окончания переходного процесса и установившегося значения зафиксировать показания цифрового вольтметра при сопротивлении в цепи измерительного электрода, равном 0 МОм ( $U_0$ ), затем 1000 МОм ( $U_1$ );
5. для преобразователей П-216.7(8) повторить поверку, поменяв местами кабель МТИС6.644.041 и перемычку МТИС7.765.002.
6. для преобразователей П-216.3(4) повторить поверку, поменяв местами кабель МТИС6.644.041 и провод МТИС7.765.002, при этом напряжение от калибратора Р подавать с обратной полярностью.

Дополнительную погрешность от изменения сопротивления в цепи измерительного электрода на каждые 500 МОм рассчитать по формуле

$$\delta_{изм} = \frac{U_0 - U_1}{2 \cdot U_N \cdot \gamma_{вых}^{пр}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где  $\delta_{изм}$  - дополнительная погрешность по выходному сигналу, в долях основной погрешности;  
 $U_0$  - показания цифрового вольтметра при сопротивлении в цепи измерительного электрода, равном нулю, мВ;  
 $U_1$  - показания цифрового вольтметра при сопротивлении в цепи измерительного электрода, равном 1000 МОм, мВ;  
 $U_N$  - нормирующее значение выходного сигнала, численно равное:  
 100 мВ - для выходного сигнала (0 - 5) мА;  
 320 мВ - для выходного сигнала (4 - 20) мА.

$\gamma_{вых}^{пр}$  - предел основной приведенной погрешности преобразователя по выходному сигналу, равный 1,0%.

Дополнительная погрешность по выходному сигналу, вызванная отклонением сопротивления в цепи измерительного электрода от 0 до 1000 МОм на каждые 500 МОм, должна быть не более  $\pm 0,5$  долей основной погрешности.

**6.4.2.** Дополнительную погрешность по выходному сигналу, вызванную отклонением сопротивления в цепи вспомогательного электрода от 0 до 20 кОм проверять в режиме mV на диапазоне входного сигнала от 1900 до 2000 мВ следующим образом:

1. подать от калибратора напряжение 1990 мВ;
2. зафиксировать показания цифрового вольтметра при сопротивлении в цепи вспомогательного электрода, равном 0 кОм ( $U_0$ ), затем 20 кОм ( $U_1$ ).

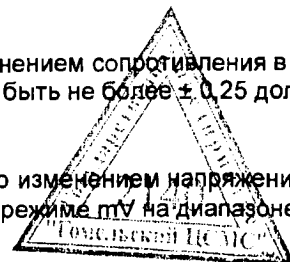
Дополнительную погрешность от изменения сопротивления в цепи вспомогательного электрода на каждые 10 кОм рассчитать по формуле

$$\delta_{всп} = \frac{U_0 - U_1}{2 \cdot U_N \cdot \gamma_{вых}^{пр}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где  $\delta_{всп}$  - дополнительная погрешность по выходному сигналу, в долях основной погрешности;  
 $U_0$  - показания цифрового вольтметра при сопротивлении в цепи вспомогательного электрода, равном нулю, мВ;  
 $U_1$  - показания цифрового вольтметра при сопротивлении в цепи вспомогательного электрода, равном 20 кОм, мВ;  
 $U_N$  - нормирующее значение выходного сигнала, численно равное:  
 100 мВ - для выходного сигнала (0 - 5) мА;  
 320 мВ - для выходного сигнала (4 - 20) мА.  
 $\gamma_{вых}^{пр}$  - предел основной приведенной погрешности преобразователя по выходному сигналу, равный 1,0%.

Дополнительная погрешность по выходному сигналу, вызванная отклонением сопротивления в цепи вспомогательного электрода от 0 до 20 кОм на каждые 10 кОм, должна быть не более  $\pm 0,25$  долей основной погрешности.

**6.4.3.** Дополнительную погрешность по выходному сигналу, вызванную изменением напряжения постоянного тока от минус 1,5 до 1,5 В в цепи «земля-раствор», проверять в режиме mV на диапазоне входного сигнала от 1900 до 2000 мВ следующим образом:



1. установить сопротивление в цепи вспомогательного электрода 10 кОм;
2. подать от калибратора напряжение 1990 мВ;
3. последовательно зафиксировать показания цифрового вольтметра сначала при отсутствии, а затем при наличии напряжения постоянного тока ( $\pm 1,5$  В) в цепи «земля-раствор».

Дополнительную погрешность по выходному сигналу, вызванную влиянием напряжения постоянного тока  $\pm 1,5$  В в цепи «земля-раствор» (на 1000 Ом сопротивления вспомогательного электрода), определять по формуле

$$\delta_E = \frac{U_1 - U_0}{10 \cdot U_N \cdot \gamma_{\text{вых}}^{\text{пр}}} \cdot 100\% , \quad (7)$$

где  $\delta_E$  – дополнительная погрешность по выходному сигналу, в долях основной погрешности;  
 $U_1$  – показания цифрового вольтметра при напряжениях в цепи «земля-раствор», равных 1,5 (минус 1,5 В), мВ;  
 $U_0$  – показания цифрового вольтметра при напряжении в цепи «земля-раствор», равном нулю, мВ;  
 $U_N$  – нормирующее значение выходного сигнала, численно равное:  
 100 мВ - для выходного сигнала (0 – 5) мА;  
 320 мВ - для выходного сигнала (4 – 20) мА.  
 $\gamma_{\text{вых}}^{\text{пр}}$  – предел допускаемого значения основной приведенной погрешности преобразователя по выходному сигналу, равный 1,0%.

Дополнительную погрешность по выходному сигналу, вызванную изменением напряжения постоянного тока от минус 1,5 до 1,5 В в цепи «земля-раствор», должна быть не более  $\pm 0,1$  долей основной погрешности на каждые 1000 Ом сопротивления вспомогательного электрода.

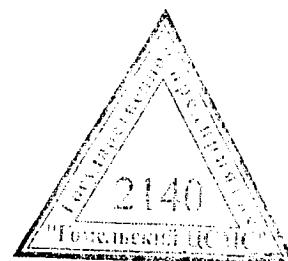
## 7. Оформление результатов поверки

7.1. При выполнении проверок результаты измерений фиксируются в протоколе по форме приложения Е.

7.2. Результаты поверки считаются положительными, если преобразователь удовлетворяет всем требованиям настоящей методики поверки. В этом случае заполняется свидетельство о поверке установленной формы.

7.3. Результаты поверки считаются отрицательными, если при проведении поверки установлено несоответствие поверяемого преобразователя хотя бы одному из требований настоящей методики поверки. В этом случае заполняется извещение о непригодности установленной формы с указанием причин непригодности.

При этом запрещается выпуск преобразователя в обращение и его применение. Свидетельство аннулируется.



Приложение А  
(обязательное)

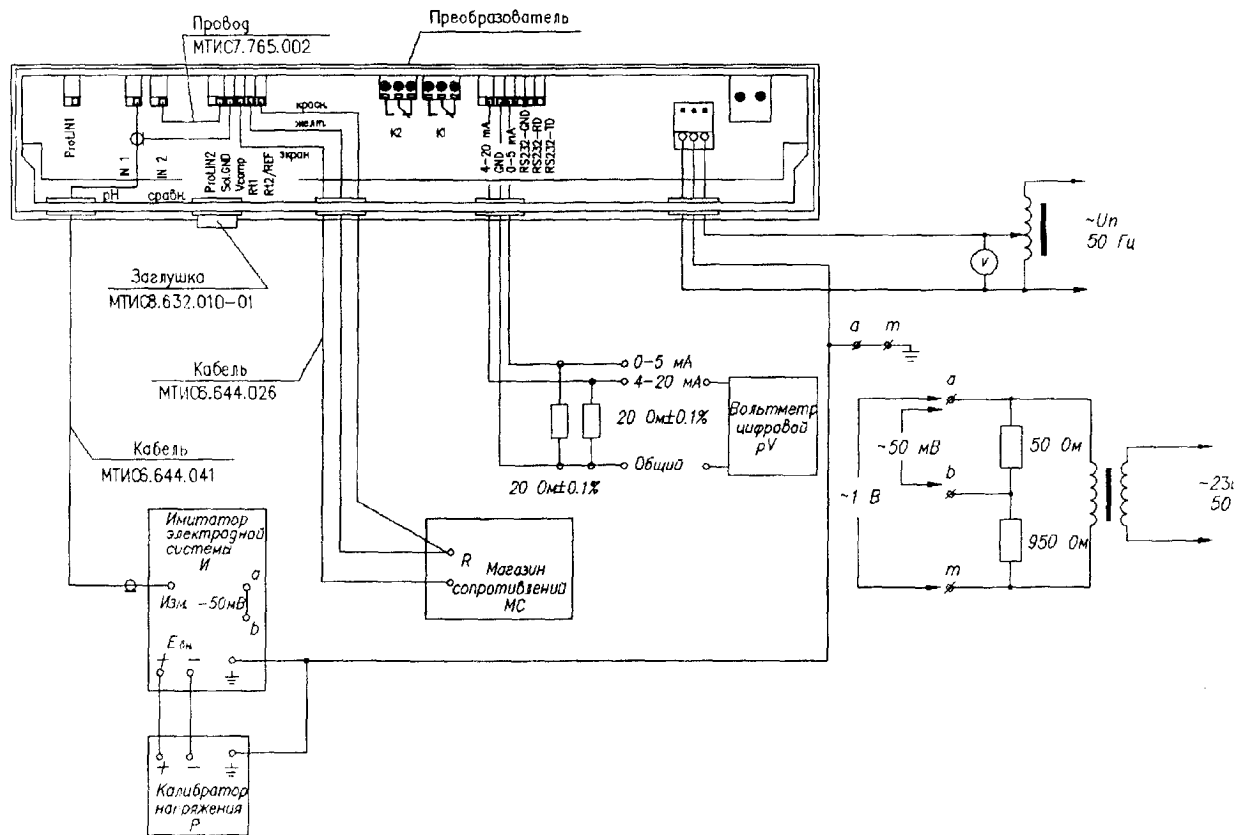
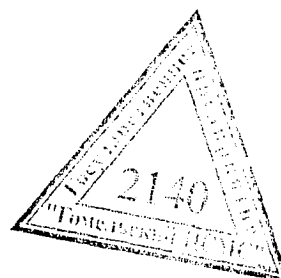


Рисунок А.1. - Схема электрических соединений для градуировки и поверки преобразователя

П-216.3 (П-216.3-36В)





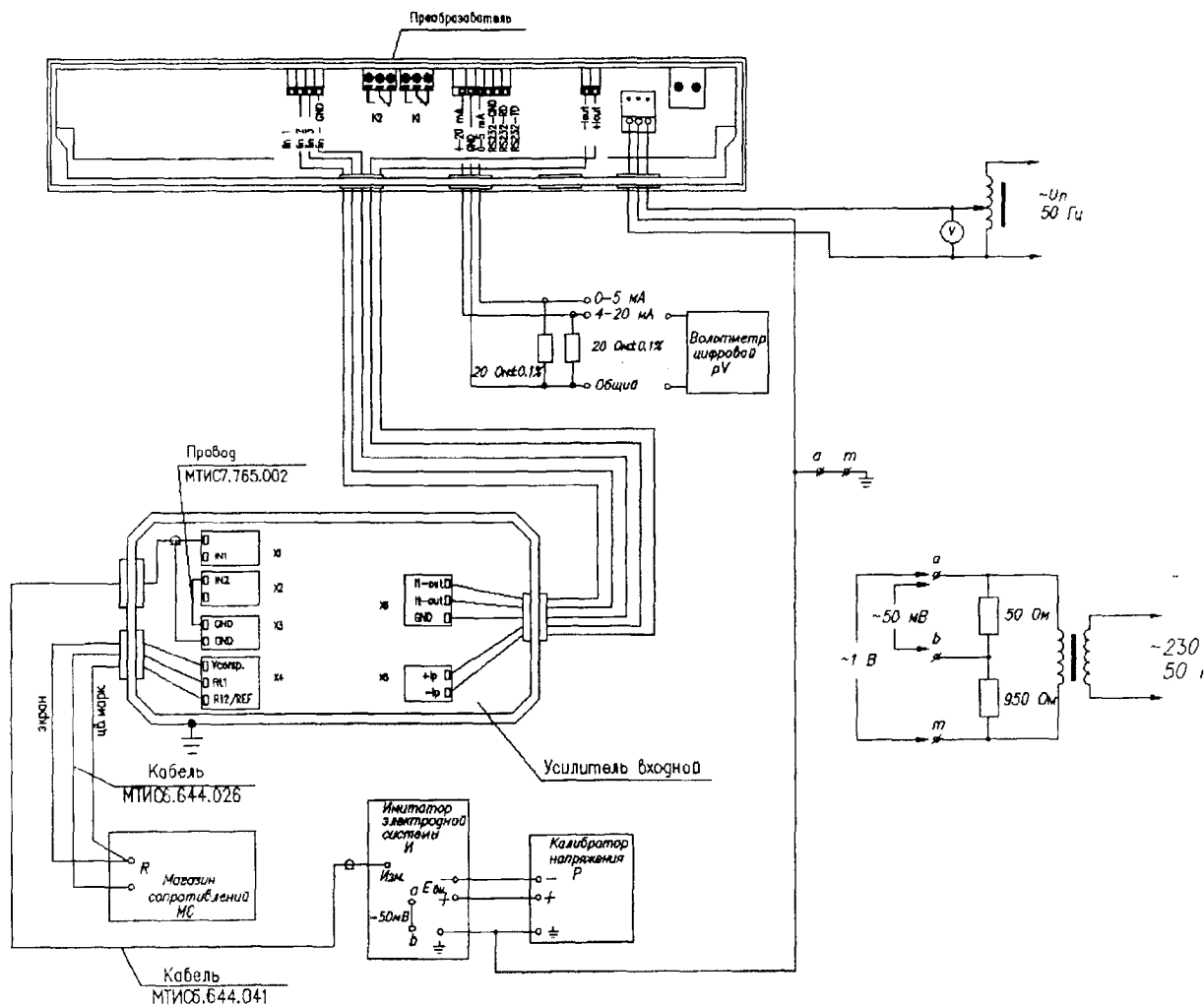
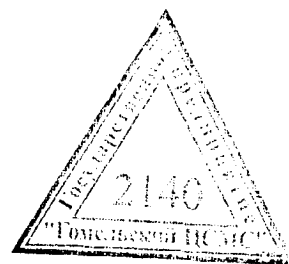


Рисунок А.2. - Схема электрических соединений для градуировки и поверки преобразователя

П-216.4 (П-216.4-36В)



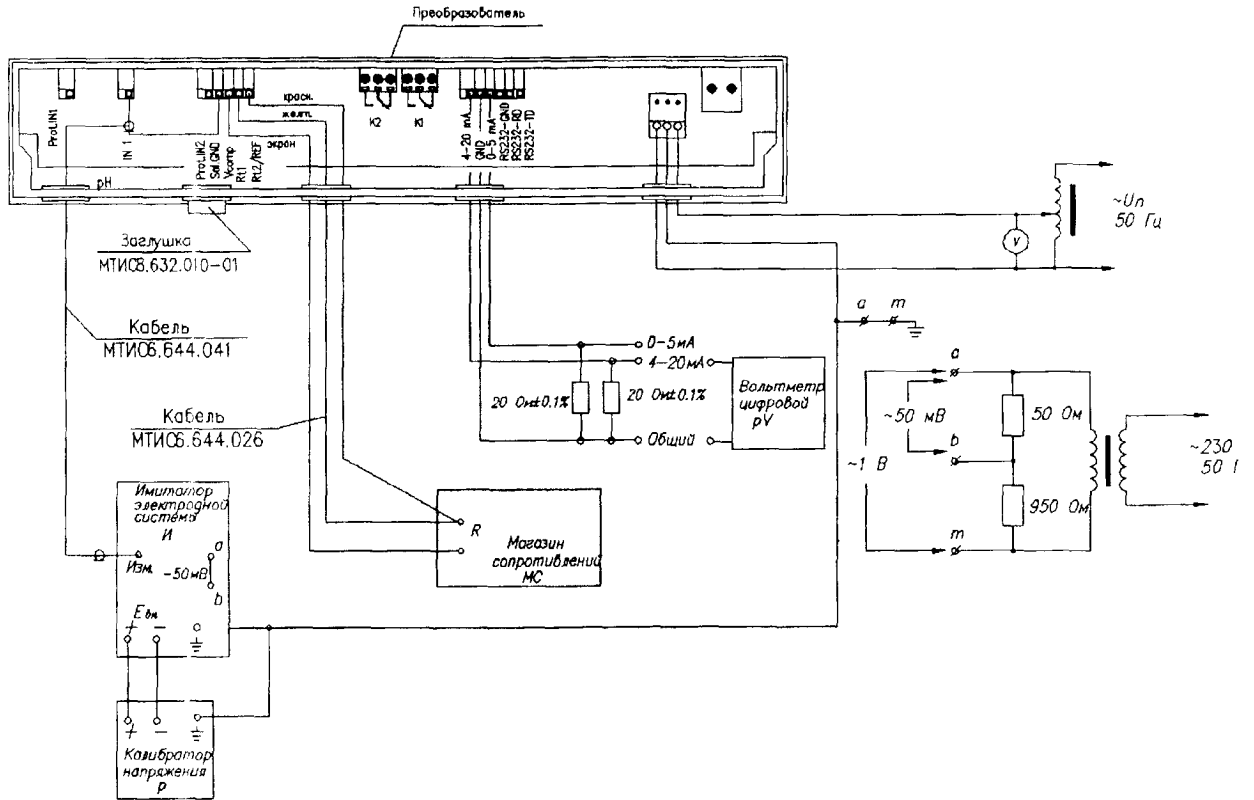
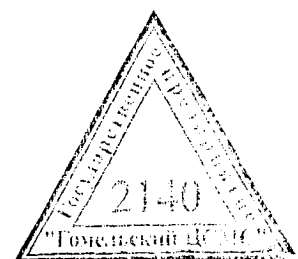


Рисунок А.3. - Схема электрических соединений для градуировки и поверки преобразователя

П-216.5 (П-216.5-36В)



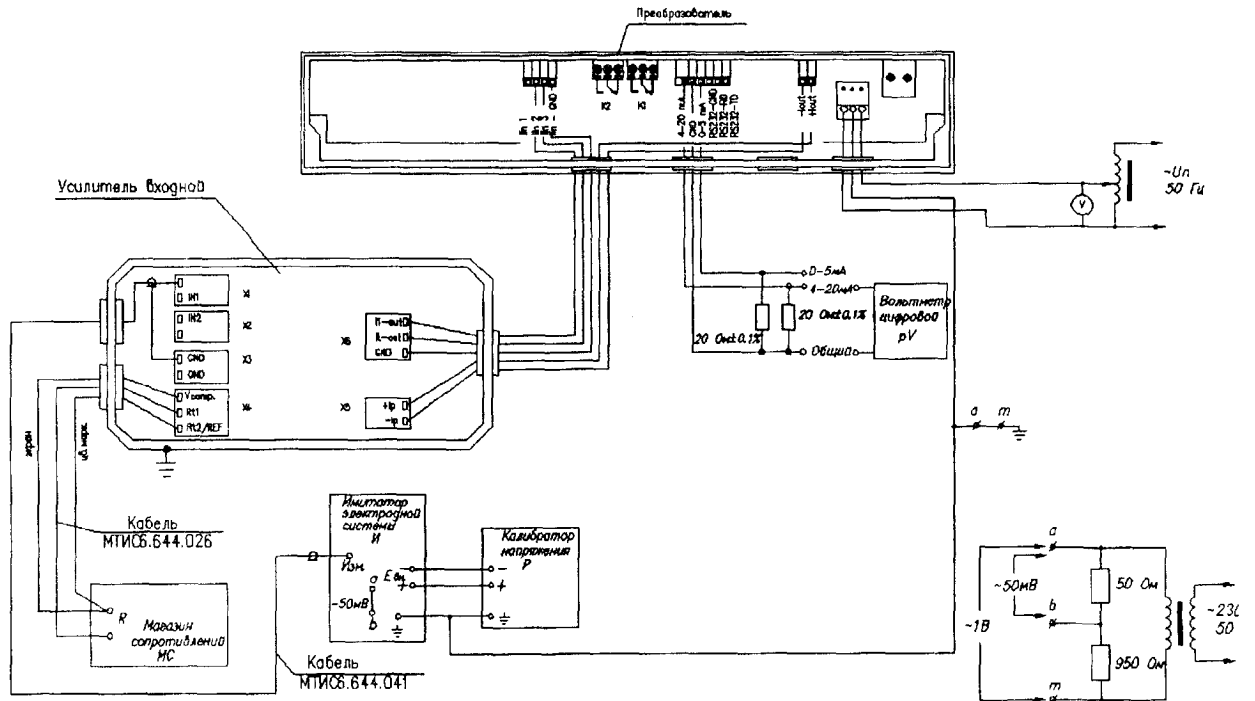
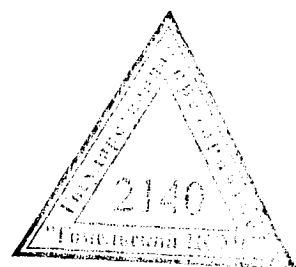


Рисунок А.4. - Схема электрических соединений для градуировки и поверки преобразователя

П-216.6 (П-216.6-36В)



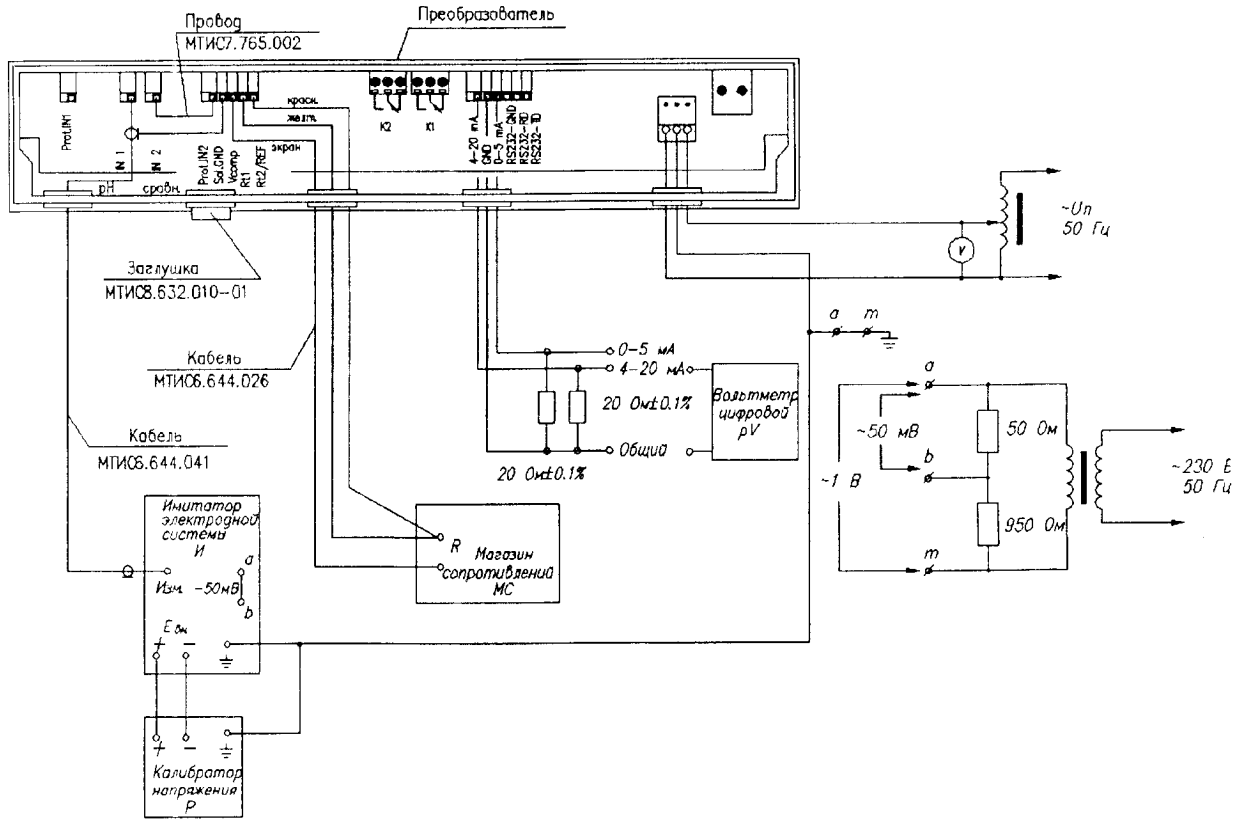
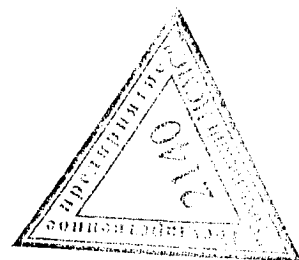


Рисунок А.5. - Схема для градуировки преобразователя П-216.7 (П-216.7-36В)



**Приложение Б**  
(обязательное)**Основные технические данные датчика температуры**

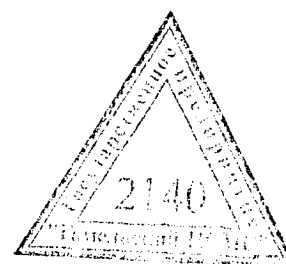
Преобразователь рассчитан на подключение платинового термосопротивления 100П (Pt 100) по ГОСТ 6651-94.

Зависимость сопротивления датчика температуры от измеряемой температуры определяется интерполяционными уравнениями по ГОСТ 6651-94 для платинового термосопротивления с  $W_{100} = 1,3850$ .

Номинальные значения сопротивления датчика температуры при различных температурах приведены в таблице Б.1.

**Таблица Б.1.**

Температура, °С	минус 20	0	10	20	30	35	40	50	60	80	100	150
Сопротивление датчика температуры, Ом	92,16	100,0	103,9	107,79	111,67	113,61	115,54	119,4	123,24	130,9	138,51	157,33



**Приложение В**  
(справочное)

**Градуировочная характеристика преобразователя П-216.3, П-216.4**

1 Градуировочная характеристика преобразователя для электродной системы с нормированными координатами изопотенциальной точки соответствует уравнению

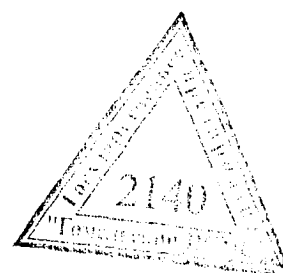
$$E = E_{и} - (54,196 + 0,1984 \cdot t) \cdot (pH - pH_{и}) \quad (B.1)$$

где E – ЭДС электродной системы, мВ;  
E<sub>и</sub> – координата изопотенциальной точки, мВ;  
t – температура раствора, °С;  
pH – показатель активности ионов в растворе, pH;  
pH<sub>и</sub> – координата изопотенциальной точки, pH.

2 Значения ЭДС, мВ, электродной системы с координатами изопотенциальной точки E<sub>и</sub> = -25 мВ, pH<sub>и</sub> = 7,0 (например, для электродов ЭСЛ-43-07, ЭС-10603/7), в зависимости от измеряемой величины pH при различных температурах приведены в таблице В.1.

Таблица В.1

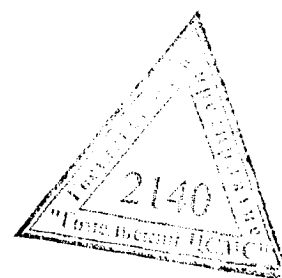
Значение pH	Температура раствора, °С							
	-20,0	0,0	20,0	40,0	60,0	80,0	100,0	150,0
-20,00	1331,16	1438,29	1545,43	1652,56	1759,70	1866,84	1973,97	2241,81
-19,00	1280,93	1384,10	1487,26	1590,43	1693,60	1796,77	1899,94	2157,86
-1,00	376,82	408,57	440,31	472,06	503,80	535,54	567,29	646,65
0,00	326,60	354,37	382,15	409,92	437,70	465,48	493,25	562,69
1,00	276,37	300,18	323,98	347,79	371,60	395,41	419,22	478,74
2,00	226,14	245,98	265,82	285,66	305,50	325,34	345,18	394,78
3,00	175,91	191,78	207,66	223,53	239,40	255,27	271,14	310,82
4,00	125,68	137,59	149,49	161,40	173,30	185,20	197,11	226,87
5,00	75,46	83,39	91,33	99,26	107,20	115,14	123,07	142,91
6,00	25,23	29,20	33,16	37,13	41,10	45,07	49,04	58,96
6,25	12,67	15,65	18,62	21,60	24,58	27,55	30,53	37,97
6,50	0,11	2,10	4,08	6,07	8,05	10,03	12,02	16,98
6,75	-12,44	-11,45	-10,46	-9,47	-8,48	-7,48	-6,49	-4,01
7,00	-25,00	-25,00	-25,00	-25,00	-25,00	-25,00	-25,00	-25,00
7,25	-37,56	-38,55	-39,54	-40,53	-41,53	-42,52	-43,51	-45,99
7,50	-50,11	-52,10	-54,08	-56,07	-58,05	-60,03	-62,02	-66,98
7,75	-62,67	-65,65	-68,62	-71,60	-74,58	-77,55	-80,53	-87,97
8,00	-75,23	-79,20	-83,16	-87,13	-91,10	-95,07	-99,04	-108,96
8,25	-87,79	-92,75	-97,71	-102,67	-107,63	-112,59	-117,55	-129,95
8,50	-100,34	-106,29	-112,25	-118,20	-124,15	-130,10	-136,05	-150,93
8,75	-112,90	-119,84	-126,79	-133,73	-140,68	-147,62	-154,56	-171,92
9,00	-125,46	-133,39	-141,33	-149,26	-157,20	-165,14	-173,07	-192,91
10,00	-175,68	-187,59	-199,49	-211,40	-223,30	-235,20	-247,11	-276,87
11,00	-225,91	-241,78	-257,66	-273,53	-289,40	-305,27	-321,14	-360,82
12,00	-276,14	-295,98	-315,82	-335,66	-355,50	-375,34	-395,18	-444,78
13,00	-326,37	-350,18	-373,98	-397,79	-421,60	-445,41	-469,22	-528,74
14,00	-376,60	-404,37	-432,15	-459,92	-487,70	-515,48	-543,25	-612,69
14,50	-401,71	-431,47	-461,23	-490,99	-520,75	-550,51	-580,27	-654,67
19,00	-627,74	-675,35	-722,97	-770,58	-818,20	-865,82	-913,43	-1032,47
20,00	-677,96	-729,55	-781,13	-832,72	-884,30	-935,88	-987,47	-1116,43



3 Значения ЭДС, мВ, электродной системы с координатами изопотенциальной точки  $E_i = -1976$  мВ,  $pH_i = 2,2$  (например, для электрода ЭСТ-0601), в зависимости от измеряемой величины pH при различных температурах приведены в таблице В.2.

Таблица В.2.

Значение pH	Температура раствора, °C							
	-20,0	0,0	20,0	40,0	60,0	80,0	100,0	150,0
-20,00	-860,94	-772,85	-684,76	-596,67	-508,58	-420,49	-332,40	-112,18
-19,00	-911,17	-827,04	-742,92	-658,80	-574,68	-490,56	-406,44	-196,13
-1,00	-1815,27	-1802,57	-1789,88	-1777,18	-1764,48	-1751,78	-1739,08	-1707,34
0,00	-1865,50	-1856,77	-1848,04	-1839,31	-1830,58	-1821,85	-1813,12	-1791,30
1,00	-1915,73	-1910,96	-1906,20	-1901,44	-1896,68	-1891,92	-1887,16	-1875,25
2,00	-1965,95	-1965,16	-1964,37	-1963,57	-1962,78	-1961,99	-1961,19	-1959,21
3,00	-2016,18	-2019,36	-2022,53	-2025,71	-2028,88	-2032,05	-2035,23	-2043,16
4,00	-2066,41	-2073,55	-2080,70	-2087,84	-2094,98	-2102,12	-2109,26	-2127,12
5,00	-2116,64	-2127,75	-2138,86	-2149,97	-2161,08	-2172,19	-2183,30	-2211,08
6,00	-2166,87	-2181,94	-2197,02	-2212,10	-2227,18	-2242,26	-2257,34	-2295,03
6,25	-2179,42	-2195,49	-2211,56	-2227,63	-2243,71	-2259,78	-2275,85	-2316,02
6,50	-2191,98	-2209,04	-2226,11	-2243,17	-2260,23	-2277,29	-2294,35	-2337,01
6,75	-2204,54	-2222,59	-2240,65	-2258,70	-2276,76	-2294,81	-2312,86	-2358,00
7,00	-2217,09	-2236,14	-2255,19	-2274,23	-2293,28	-2312,33	-2331,37	-2378,99
7,25	-2229,65	-2249,69	-2269,73	-2289,77	-2309,81	-2329,84	-2349,88	-2399,98
7,50	-2242,21	-2263,24	-2284,27	-2305,30	-2326,33	-2347,36	-2368,39	-2420,97
7,75	-2254,77	-2276,79	-2298,81	-2320,83	-2342,86	-2364,88	-2386,90	-2441,96
8,00	-2267,32	-2290,34	-2313,35	-2336,37	-2359,38	-2382,39	-2405,41	-2462,94
8,25	-2279,88	-2303,89	-2327,89	-2351,90	-2375,91	-2399,91	-2423,92	-2483,93
8,50	-2292,44	-2317,43	-2342,43	-2367,43	-2392,43	-2417,43	-2442,43	-2504,92
8,75	-2304,99	-2330,98	-2356,97	-2382,96	-2408,96	-2434,95	-2460,94	-2525,91
9,00	-2317,55	-2344,53	-2371,52	-2398,50	-2425,48	-2452,46	-2479,44	-2546,90
10,00	-2367,78	-2398,73	-2429,68	-2460,63	-2491,58	-2522,53	-2553,48	-2630,86
11,00	-2418,01	-2452,92	-2487,84	-2522,76	-2557,68	-2592,60	-2627,52	-2714,81
12,00	-2468,23	-2507,12	-2546,01	-2584,89	-2623,78	-2662,67	-2701,55	-2798,77
13,00	-2518,46	-2561,32	-2604,17	-2647,03	-2689,88	-2732,73	-2775,59	-2882,72
14,00	-2568,69	-2615,51	-2662,34	-2709,16	-2755,98	-2802,80	-2849,62	-2966,68
14,50	-2593,80	-2642,61	-2691,42	-2740,22	-2789,03	-2837,84	-2886,64	-
19,00	-2819,83	-2886,49	-2953,16	-	-	-	-	-
20,00	-2870,06	-2940,69	-	-	-	-	-	-



**Приложение Г**  
(справочное)

**Градуировочные характеристики преобразователя П-216.5, П-216.6**

1. Градуировочная таблица ЭДС электродной системы для измерения активности одновалентных анионов (рХ).

Электродная система с ненормируемой системой координат, характеризуемая уравнением:

$$E = E_0 + S_i \cdot (pX - pX_H), \quad (\text{Г.1})$$

где  $E$  – ЭДС электродной системы;  
 $E_0 = 434$  мВ;  
 $S_i = 58,16$  мВ/рХ;  
 $pX_H = 4,00$  рХ.

Значения ЭДС электродной системы, мВ, в зависимости от измеряемой величины рХ приведены в таблице Г.1.

**Таблица Г.1**

рХ	Е, мВ	рХ	Е, мВ	рХ	Е, мВ	рХ	Е, мВ
-20,00	-961,84	5,00	492,16	7,75	652,10	12,00	899,28
-19,00	-903,68	6,00	550,32	8,00	666,64	13,00	957,44
-1,00	143,20	6,25	564,86	8,25	681,18	14,00	1015,60
0,00	201,36	6,50	579,40	8,50	695,72	14,50	1044,68
1,00	259,52	6,75	593,94	8,75	710,26	19,00	1306,40
2,00	317,68	7,00	608,48	9,00	724,80	20,00	1364,56
3,00	375,84	7,25	623,02	10,00	782,96	-	-
4,00	434,00	7,50	637,56	11,00	841,12	-	-

2. Градуировочная таблица ЭДС электродной системы для измерения активности двухвалентных катионов (рХ).

Электродная система с ненормируемой системой координат, характеризуемая уравнением:

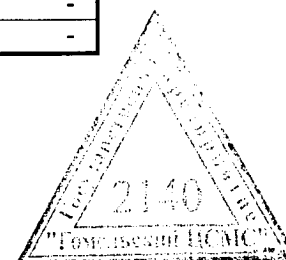
$$E = E_0 + S_i \cdot (pX - pX_H), \quad (\text{Г.2})$$

где  $E$  – ЭДС электродной системы;  
 $E_0 = 290,9$  мВ;  
 $S_i = -29,08$  мВ/рХ;  
 $pX_H = 4,00$  рХ.

Значения ЭДС электродной системы, мВ, в зависимости от измеряемой величины рХ приведены в таблице Г.2.

**Таблица Г.2**

рХ	Е, мВ	рХ	Е, мВ	рХ	Е, мВ	рХ	Е, мВ
-20,00	988,82	5,00	261,82	7,75	181,85	12,00	58,26
-19,00	959,74	6,00	232,74	8,00	174,58	13,00	29,18
-1,00	436,30	6,25	225,47	8,25	167,31	14,00	0,10
0,00	407,22	6,50	218,20	8,50	160,04	14,50	-14,44
1,00	378,14	6,75	210,93	8,75	152,77	19,00	-145,30
2,00	349,06	7,00	203,66	9,00	145,50	20,00	-174,38
3,00	319,98	7,25	196,39	10,00	116,42	-	-
4,00	290,90	7,50	189,12	11,00	87,34	-	-





**Приложение Д**  
(справочное)

**Градуировочные характеристики преобразователя П-216.7.**

Градуировочные характеристики, приведенные ниже, содержат теоретические значения ЭДС электродных систем и предназначены для проведения градуировки.

1. Теоретическая градуировочная характеристика преобразователя в режиме измерения активности (концентрации) ионов натрия (pNa, cNa) соответствует уравнению:

$$E = -40 + (54,196 + 0,1984 \cdot t) \cdot (pNa - 3), \quad (Д.1)$$

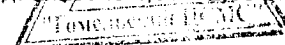
где E – значение ЭДС электродной системы, мВ;  
t – значение температуры, °С;  
pNa – значение активности ионов натрия, pNa.

1.1 Теоретическая градуировочная характеристика преобразователя в диапазоне 7,36 – 4,36 pNa (1 – 1000 мкг/л) приведена в таблице Д.1.

Таблица Д.1

cNa, мкг/л	pNa	Значения ЭДС (E), мВ при температурах t, °С								
		-20	10	20	30	35	40	50	100	150
	19,00	-843,66	-938,90	-970,64	-1002,38	-1018,26	-1034,13	-1065,87	-1224,59	-1383,31
0,023	9,00	-341,37	-377,09	-388,98	-400,89	-406,85	-412,80	-424,70	-484,22	-543,74
0,0727	8,5	-316,26	-349,00	-359,90	-370,82	-376,28	-381,73	-392,64	-447,20	-501,76
0,1292	8,25	-303,70	-334,95	-345,37	-355,78	-360,99	-366,20	-376,61	-428,69	-480,77
0,23	8,00	-291,15	-320,91	-330,82	-340,75	-345,71	-350,67	-360,59	-410,19	-459,79
0,727	7,50	-266,03	-292,82	-301,74	-310,67	-315,14	-319,60	-328,53	-373,17	-417,81
1,0	7,36	-259,08	-285,03	-293,68	-302,34	-306,66	-310,99	-319,64	-362,91	-406,18
2,0	7,06	-243,95	-268,12	-276,18	-284,23	-288,26	-292,29	-300,34	-340,63	-380,91
2,3	7,00	-240,92	-264,72	-272,66	-280,60	-284,56	-288,53	-296,47	-336,15	-375,83
2,5	6,96	-239,09	-262,67	-270,54	-278,40	-282,33	-286,27	-294,13	-333,46	-372,77
3,0	6,88	-235,11	-258,23	-265,93	-273,64	-277,49	-281,35	-289,05	-327,59	-366,12
4,0	6,76	-228,84	-251,21	-258,67	-266,12	-269,85	-273,58	-281,04	-318,34	-355,63
5,0	6,66	-223,97	-245,76	-253,03	-260,30	-263,93	-267,56	-274,83	-311,64	-347,50
6,0	6,58	-219,99	-241,31	-248,42	-255,53	-259,09	-262,64	-269,75	-305,30	-340,85
7,0	6,52	-216,63	-237,55	-244,53	-251,51	-254,99	-258,48	-265,46	-300,35	-335,23
8,0	6,46	-213,71	-234,30	-241,16	-248,02	-251,45	-254,88	-261,74	-296,05	-330,36
9,0	6,41	-211,14	-231,42	-238,18	-244,94	-248,32	-251,70	-258,46	-292,27	-326,07
10,0	6,36	-208,85	-228,85	-235,52	-242,19	-245,52	-248,86	-255,53	-288,88	-322,22
20,0	6,06	-193,73	-211,94	-218,01	-224,08	-227,12	-230,16	-236,23	-266,59	-296,95
23,0	6,00	-190,69	-208,54	-214,49	-220,45	-223,42	-226,40	-232,35	-262,11	-291,87
30,0	5,88	-184,88	-202,05	-207,77	-213,49	-216,35	-219,21	-224,94	-253,55	-282,17
40,0	5,76	-178,61	-195,03	-200,50	-205,98	-208,71	-211,45	-216,93	-244,30	-271,68
50,0	5,66	-173,74	-189,58	-194,87	-200,15	-202,79	-205,43	-210,71	-237,13	-263,54
60,0	5,58	-169,76	-185,13	-190,26	-195,39	-197,95	-200,51	-205,64	-231,27	-256,89
80,0	5,46	-163,49	-178,12	-182,99	-187,87	-190,31	-192,75	-197,63	-222,02	-246,40
90,0	5,41	-160,92	-175,24	-180,02	-184,79	-187,18	-189,57	-194,35	-218,23	-242,11
100,0	5,36	-158,62	-172,67	-177,36	-182,04	-184,38	-186,73	-191,41	-214,84	-238,27
200,0	5,06	-143,50	-155,76	-159,85	-163,94	-165,98	-168,02	-172,11	-192,55	-212,99
250,0	4,96	-138,63	-150,31	-154,21	-158,11	-160,05	-162,00	-165,90	-185,38	-204,86
300,0	4,88	-134,65	-145,87	-149,61	-153,34	-155,21	-157,08	-160,82	-179,52	-198,21
400,0	4,76	-128,38	-138,85	-142,34	-145,83	-147,57	-149,32	-152,81	-170,27	-187,72
500,0	4,66	-123,51	-133,40	-136,70	-140,00	-141,65	-143,30	-146,60	-163,09	-179,58
600,0	4,58	-119,53	-128,95	-132,10	-135,24	-136,81	-138,38	-141,52	-157,23	-172,94
700,0	4,52	-116,17	-125,19	-128,20	-131,21	-132,71	-134,22	-137,23	-152,27	-167,31
800,0	4,46	-113,26	-121,94	-124,83	-127,72	-129,17	-130,62	-133,51	-147,98	-162,45
900,0	4,41	-110,69	-119,06	-121,85	-124,65	-126,04	-127,44	-130,23	-144,19	-158,15
1000,0	4,36	-108,39	-116,49	-119,19	-121,89	-123,24	-124,59	-127,30	-140,80	-154,31
2300,0	4,00	-90,23	-96,18	-98,16	-100,15	-101,14	-102,13	-104,12	-114,04	-123,96

1.2 Теоретическая градуировочная характеристика преобразователя в диапазоне 4,36 – 2,36 pNa



(1 – 100 мг/л) приведена в таблице Д.2.

Таблица Д.2

сNa, мг/л	рNa	Значения ЭДС (E), мВ при температурах t, °С:								
		-20	10	20	30	35	40	50	100	150
1,0	4,36	-108,39	-116,49	-119,19	-121,89	-123,24	-124,59	-127,30	-140,81	-154,31
2,0	4,06	-93,27	-99,58	-101,68	-103,79	-104,84	-105,89	-108,00	-118,52	-129,04
3,0	3,88	-84,42	-89,69	-91,44	-93,20	-94,07	-94,95	-96,71	-105,48	-114,25
4,0	3,76	-78,15	-82,67	-84,17	-85,68	-86,43	-87,19	-88,69	-96,23	-103,76
5,0	3,66	-73,28	-77,22	-78,54	-79,85	-80,51	-81,17	-82,48	-89,05	-95,63
6,0	3,58	-69,30	-72,77	-73,93	-75,09	-75,67	-76,25	-77,40	-83,19	-88,98
7,0	3,52	-65,94	-69,01	-70,04	-71,06	-71,57	-72,09	-73,11	-78,23	-83,36
8,0	3,46	-63,03	-65,76	-66,67	-67,57	-68,03	-68,48	-69,39	-73,94	-78,49
9,0	3,41	-60,46	-62,88	-63,69	-64,50	-64,90	-65,31	-66,11	-70,15	-74,19
10,0	3,36	-58,16	-60,31	-61,03	-61,75	-62,10	-62,46	-63,18	-66,77	-70,35
20,0	3,06	-43,04	-43,40	-43,52	-43,64	-43,70	-43,76	-43,88	-44,48	-45,08
30,0	2,88	-34,19	-33,51	-33,28	-33,05	-32,93	-32,82	-32,59	-31,44	-30,29
40,0	2,76	-27,92	-26,49	-26,01	-25,53	-25,29	-25,06	-24,58	-22,19	-19,81
50,0	2,66	-23,05	-21,04	-20,37	-19,70	-19,37	-19,03	-18,37	-15,02	-11,67
60,0	2,58	-19,07	-16,59	-15,77	-14,94	-14,53	-14,11	-13,29	-9,15	-5,02
70,0	2,52	-15,71	-12,83	-11,87	-10,91	-10,43	-9,96	-9,00	-4,20	0,60
80,0	2,46	-12,80	-9,58	-8,50	-7,43	-6,89	-6,35	-5,28	0,10	5,47
90,0	2,41	-10,23	-6,70	-5,53	-4,35	-3,76	-3,17	-2,00	3,88	9,76
100,0	2,36	-7,93	-4,13	-2,86	-1,60	-0,96	-0,33	0,94	7,27	13,61
	-1,00	160,92	184,72	192,66	200,60	204,60	208,53	216,47	256,15	295,83

2. Теоретическая градуировочная характеристика в режиме индикации активности ионов водорода (рН):

$$E = -25 + (54,196 + 0,1984 \cdot t) \cdot (pH - 7), \quad (Д.2)$$

где E – значение ЭДС электродной системы, мВ;  
t – значение температуры, °С;  
рН – значение активности ионов водорода, рН.

Градуировочная характеристика преобразователя приведена в таблице Д.3.

Таблица Д.3

рН	Температура, °С								
	-20	10	20	30	35	40	50	100	150
6,00	25,23	31,18	33,16	35,15	36,14	37,13	39,12	49,04	58,96
7,00	-25,00	-25,00	-25,00	-25,00	-25,00	-25,00	-25,00	-25,00	-25,00
8,00	-75,23	-81,18	-83,16	-85,15	-86,14	-87,13	-89,12	-99,04	-108,96
9,00	-125,46	-137,36	-141,33	-145,30	-147,28	-149,26	-153,23	-173,07	-192,91
10,00	-175,68	-193,54	-199,49	-205,44	-208,42	-211,40	-217,35	-247,11	-276,87
11,00	-225,91	-249,72	-257,66	-265,59	-269,56	-273,53	-281,46	-321,14	-360,82
12,00	-276,14	-305,90	-315,82	-325,74	-330,70	-335,66	-345,58	-395,18	-444,78





## Лист регистрации изменений

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

