

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Полярографы универсальные ПУ-1

#### Назначение средства измерений

Полярографы универсальные ПУ-1 (далее полярографы) предназначены для измерения содержания компонентов в жидких растворах.

#### Описание средства измерений

В основе измерений лежит зависимость содержания компонента раствора от выходного сигнала полярограммы (высоты пика или полуволны), представляющей собой зависимость силы тока, проходящего через электрохимическую ячейку, от поляризующего потенциала ртутно-капельного электрода.

Конструктивно полярографы состоят из трех блоков:

- 1) измерительного блока;
- 2) полярографического датчика ДП-2;
- 3) двухкоординатного регистрирующего прибора.

Полярографы обеспечивают следующие режимы работы:

- а) постоянно-токовый
  - обычный (интегральный),
  - дифференциальный;
- б) переменно-токовый с прямоугольной формой напряжения;
- в) переменно-токовый с синусоидальной формой напряжения:
  - с регистрацией активной составляющей тока,
  - с регистрацией емкостной составляющей тока;
- г) дифференциально-импульсный;
- д) инверсионная вольтамперометрия с накоплением;
- е) таст-полярографией;
- ж) вольтамперометрия с линейной разверткой.

Применение импульсного прямоугольного поляризующего напряжения позволяет существенно снизить влияние емкостных токов, а наличие синусоидального напряжения обеспечивает возможность исследования различных электродных процессов.

В полярографах имеется возможность выбора различной степени демпфирования, что обеспечивает снятие полярограмм в виде, удобном для последующей обработки как постоянно-токовой, так и переменнотокковой полярографии.

Полярографы могут работать с тремя видами рабочих электродов: обычным ртутно-капельным, медленно капающим ртутным и стационарным ртутным. Применение медленно капающего ртутного электрода и наличие системы синхронизации в полярографах позволяет снимать полярограммы на каждой ртутной капле (подобно осциллографической полярографии). Использование стационарного ртутного электрода позволяет вести анализ с пред-электролизом (накоплением) при перемешивании и без перемешивания раствора.

В полярографах предусмотрена возможность работать как при естественном, так и при принудительном отрыве ртутных капель.

Полярографы позволяют вести обработку полученной информации с помощью персонального компьютера.

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Казахстан (772)734-952-31

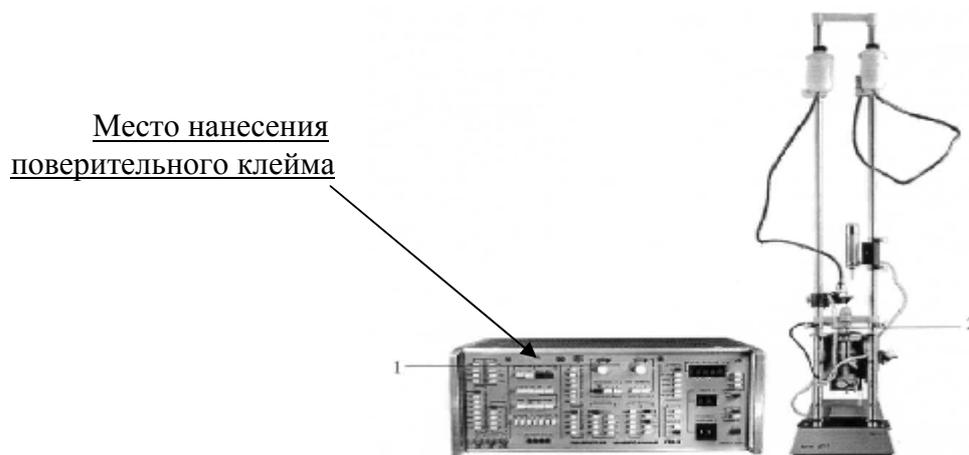
Пермь (342)205-81-47  
Россия (495)268-04-70  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

Опломбирование от несанкционированного доступа производится заливкой пломбировочной мастики по 5МО.050.122 ТИ четырех винтов (два – на задней крышке полярографов, по одному на боковых), на которую наносится оттиск клейма ОТК. На один из винтов на задней крышке полярографа наносится клеймо поверителя. На лицевую панель полярографов наносится знак поверки (клеймо - наклейка), а в эксплуатационном документе наносится оттиск поверительного клейма.

Общий вид полярографа универсального ПУ-1 представлен на рисунке 1.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначения места нанесения знака поверки представлены на рисунке 2.



1 – измерительный блок, 2- полярографический датчик ДП-2

Рисунок 1 - Общий вид полярографа универсального ПУ-1 и место нанесения знака поверки

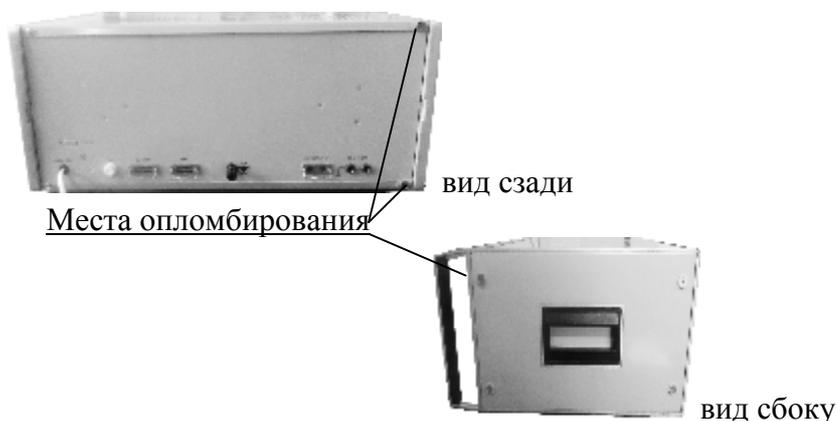


Рисунок 2 - Схема пломбировки от несанкционированного доступа

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений молярной концентрации ионов кадмия, моль/дм <sup>3</sup>	от $1 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-8}$

Наименование характеристики	Значение
<p>Нижние пределы диапазона измерений молярной концентрации ионов кадмия в кислом (1 моль/дм<sup>3</sup> HCl) или хлоридно-аммиачном (1 моль/дм<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>Cl + 1 моль/дм<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>OH) фоне для видов полярографии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постоянно-токовая</li> <li>- переменнo-токовая:</li> <li>а) с прямоугольной формой поляризующего напряжения;</li> <li>б) с прямоугольной формой поляризующего напряжения при работе в инверсионном режиме с предварительным накоплением;</li> <li>в) с прямоугольной формой поляризующего напряжения при снятии полярограмм на каждой ртутной капле;</li> <li>г) с синусоидальной формой поляризующего напряжения</li> </ul>	<p style="text-align: center;">1·10<sup>-5</sup></p> <p style="text-align: center;">5·10<sup>-8</sup></p> <p style="text-align: center;">1·10<sup>-9</sup></p> <p style="text-align: center;">1·10<sup>-6</sup></p> <p style="text-align: center;">1·10<sup>-6</sup></p>
<p>Относительное среднее квадратическое отклонение измерений молярной концентрации кадмия, % не более, для вида полярографии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постоянно-токовая при концентрации 1·10<sup>-5</sup> моль/дм<sup>3</sup></li> <li>- переменнo-токовая:</li> <li>а) с прямоугольной формой поляризующего напряжения</li> <li>б) с прямоугольной формой поляризующего напряжения при работе в инверсионном режиме с предварительным накоплением</li> <li>в) с прямоугольной формой поляризующего напряжения при снятии полярограмм на каждой ртутной капле</li> <li>г) с синусоидальной формой поляризующего напряжения</li> </ul>	<p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">8</p> <p style="text-align: center;">15</p> <p style="text-align: center;">8</p> <p style="text-align: center;">8</p>
<p>Соотношение значений молярной концентрации кадмия и меди должно быть для видов полярографии не менее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постоянно-токовой при молярной концентрации кадмия 5·10<sup>-5</sup> моль/дм<sup>3</sup></li> <li>- переменнo-токовой с прямоугольной формой поляризующего напряжения и молярной концентрации кадмия 5·10<sup>-7</sup> моль/дм<sup>3</sup></li> <li>- инверсионный режим с предварительным накоплением и при молярной концентрации кадмия 5·10<sup>-8</sup> моль/дм<sup>3</sup></li> </ul>	<p style="text-align: center;">1:10</p> <p style="text-align: center;">1:5000</p> <p style="text-align: center;">1:30000</p>

Наименование характеристики	Значение
Чувствительность полярографов при работе с имитатором трехэлектродной ячейки, имеющей параметры: поляризационное напряжение -500 кОм, емкость двойного слоя-0, сопротивление раствора-100 Ом на диапазоне тока «0,25x1» - для постоянно-токовой полярографии - для переменного-токовой с прямоугольной формой переменного поляризующего напряжения	80 мВ/мкА  8 мВ/нА
Диапазон начального поляризующего напряжения, В	от - 4 до + 4
Дискретность установки начального напряжения: - до 3В - в пределах 1 В	1 плавно
Предел допускаемой абсолютной погрешности установки начального поляризующего напряжения, мВ	$\pm(10 \text{ мВ} + 0, -1X)$ , X – установочное значение начального поляризующего напряжения
Диапазон амплитуд напряжения развертки, В	от - 3 до + 3
Диапазон скоростей развертки в анодной и катодной областях, мВ/с	от 0 до 105
Предел допускаемой относительной погрешности скорости развертки, %,: - при скорости свыше 5 мВ/с - при скорости 5мВ/с и ниже	$\pm 10$ $\pm 15$
Предел допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуд напряжения развертки при автоматическом сбросе, мВ	$\pm(40 \text{ мВ} + 0,02X)$ , где X - установленное значение амплитуды
Диапазон амплитуд переменных поляризующих напряжений (синусоидального и прямоугольного), мВ	от 0 до 110
Дискретность установки амплитуды переменных поляризующих напряжений, мВ	1
Предел допускаемой относительной погрешности установки амплитуд переменных поляризующих напряжений, % - при установке напряжений с амплитудой свыше 10 мВ - при установке напряжений с амплитудой 10 мВ и ниже	5 10
Сопротивление раствора, обеспечивающее устойчивую работу системы синхронизации, кОм: - при трехэлектродном режиме работы - при двухэлектродном режиме работы	от 0 до 10 от 0 до 1
Время выхода на режим, мин	30
Стабильность выходного напряжения за 2 часа работы, не более, мВ	2

Наименование характеристики	Значение
Уровень шумов и помех не более, мВ	4
Нормальные условия измерений: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, % - атмосферное давление, кПа - напряжение питания, В - частота питающей сети, Гц	от +15 до +25 от 30 до 80 от 84 до 106 115,6 до 224,4 от 49,5 до 50,5

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Условия эксплуатации приборов: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность при температуре 25 оС, % - атмосферное давление, кПа	от +10 до +35 до 80 от 84 до 106,7
Параметры электрического питания: - напряжение питания переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	от 207 до 253 от 49,5 до 50,5
Потребляемая мощность без регистрирующего прибора, В·А, не более	60
Габаритные размеры (ширина-глубина-высота), мм, не более: - измерительного блока - датчика ДП-2	490x400x215 190x275x952
Масса, кг, не более: - измерительного блока - датчика ДП-2	20 15
Средний срок службы, лет	10

#### Знак утверждения типа

наносится на переднюю панель полярографа и на титульный лист эксплуатационного документа типографским способом.

#### Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Измерительный блок	5М2.222.002	1 шт.
Комплект датчика полярографического ДП-2	5М2.770.005	1 комплект
Комплект запасных частей	5М4.070.011	1 комплект
Руководство по эксплуатации	5М2.840.016 РЭ	1 экз.
«ГСМ. Полярографы универсальные ПУ-1. Методика поверки»	МРБ МП 2911-2019	1 экз.

#### Поверка

осуществляется по документу МРБ МП. 2911-2019 «ГСМ. Полярографы универсальные ПУ-1. Методика поверки», утвержденному Гомельским ЦСМС, Республика Беларусь, 09.07.2019 г.

Основные средства поверки:

- контрольные растворы кадмия  $Cd^{2+}$  и меди  $Cu^{2+}$ , молярная концентрация  $1 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>;
- кадмий металлический марки КД-1 по ГОСТ 1467-93;
- медь металлическая марки М1 по ГОСТ 859-2014;
- соляная кислота, х.ч., ГОСТ 3118-77;
- ртуть марки Р1 по ГОСТ 4658-73 - 400 г;
- электронный вольтметр постоянного тока с пределами измерений от 1 до 10 В, класса 0,05/0,02 и выходным сопротивлением не ниже 10 МОм,
- вольтметр переменного тока класса 1,5 с сопротивлением менее 100 кОм,
- осциллограф электронный с чувствительностью не ниже 5 мВ/см и с полосой частот от 0 до 500 кГц,
- тераомметр с измерительным напряжением до 150 В,
- прибор двухкоординатный регистрирующий ПДА-1 (допускается блок сопряжения «ГрафИт-2»);
- весы лабораторные электронные специального класса точности по ГОСТ 24104-2001, наибольший предел взвешивания 200 г.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик прибора с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на переднюю панель прибора, как показано на рисунке 1.

**Сведения о методиках (методах) измерений**  
приведены в эксплуатационном документе.

**Нормативные документы, устанавливающие требования к полярографам универсальным ПУ-1**

Технические условия ТУ 25-05.2288-78

МРБ МП. 2911-2019 «Полярографы универсальные ПУ-1. Методика поверки»

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47  
Россия (495)268-04-70  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

<https://gomelzip.nt-rt.ru/> || [gzm@nt-rt.ru](mailto:gzm@nt-rt.ru)