

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Кондуктометры/концентраметры МАРК-1102

#### Назначение средства измерений

Кондуктометр/концентраметр МАРК-1102 (в дальнейшем кондуктометр) предназначен для измерения удельной электрической проводимости (УЭП), удельной электрической проводимости, приведенной к температуре 25 °С, и массовой доли (концентрации) растворенных веществ в воде (NaCl, NaOH, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl).

#### Описание средства измерений

Кондуктометр/концентраметр МАРК-1102 - это двухканальный измерительный прибор, конструктивно состоящий из блока преобразовательного и блока датчика БД-1102. Кондуктометр/концентраметр МАРК-1102 выпускается в следующих исполнениях:

- МАРК-1102, МАРК-1102/2 с блоком преобразовательным щитового исполнения;
- МАРК-1102/1, МАРК-1102/3 с блоком преобразовательным настенного исполнения;

В зависимости от исполнения питание блока преобразовательного может осуществляться от сети 220 В, 50 Гц (МАРК-1102 и МАРК-1102/1) либо 36 В, 50 Гц (МАРК-1102/2 и МАРК-1102/3).

В зависимости от комплекта поставки в состав кондуктометра входит один либо два блока датчика БД-1102.

Датчик проводимости, входящий в состав кондуктометра, измеряет величину тока, введенного в контуре, образованном токопроводящим раствором.

В корпусе датчика проводимости, погружаемого в раствор, расположены две тороидальные катушки, установленные на близком расстоянии друг от друга. Напряжение переменного тока, приложенное к одной из тороидальных катушек, возбуждает во второй катушке ток, величина которого прямо пропорциональна электрической проводимости раствора. Значение тока с учетом электролитической постоянной датчика пересчитывается в УЭП контролируемой среды. Для определения УЭП, приведенной к 25 °С, используется измеренное значение температуры.

В качестве термодатчика используется установленный в корпусе датчика проводимости терморезистор. Показания температуры определяются пересчетом измеренного значения сопротивления термодатчика.

Массовая доля (концентрация) растворенных веществ в воде определяется пересчетом термокомпенсированной (приведенной к 25 °С) УЭП раствора в концентрацию выбранного в меню кондуктометра раствора по определенной зависимости.

Предварительный электронный усилитель (блок усилителя) выделен из измерительного преобразователя и установлен в непосредственной близости от датчика проводимости с целью увеличения расстояния между блоком преобразовательным и датчиком проводимости. Датчик проводимости и блок усилителя вместе составляют блок датчика БД-1102.

Блок преобразовательный - микропроцессорный, осуществляющий отображение результатов измерения (УЭП с ценой младшего разряда 0,1 мСм/см, массовой доли растворенных веществ в воде с ценой младшего разряда 0,01 % и температуры анализируемой среды с ценой младшего разряда 0,1 °С) на экране графического ЖК индикатора (в дальнейшем индикатор).

Блоки преобразовательные щитового и настенного исполнения выполнены в металлическом корпусе со степенью защиты от воздействия окружающей среды IP30 и IP65 соответственно.

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  
Нижегород (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  
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  
Таджикистан (992)427-82-92-69

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

Внешний вид кондуктометра/концентромера МАРК-1102 показан на рисунке.



Рисунок – Кондуктометр/концентромер МАРК-1102

### Программное обеспечение

В кондуктометре имеется встроенное программное обеспечение.

Программное обеспечение «МАРК-1102» предназначено для измерения тока датчика проводимости, температуры, для вывода значения УЭП, температуры и массовой доли растворенных веществ в воде на индикатор, обработки команд, задаваемых кнопками управления, для преобразования результатов измерения УЭП либо массовой доли растворенных веществ в воде в унифицированный электрический сигнал постоянного тока (в диапазонах от 0 до 5 мА либо от 4 до 20 мА), для управления реле уставок и обмена информацией с ПК по интерфейсу RS-485.

Идентификатор метрологически значимой части ПО указан в первых двух цифрах номера версии. Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений в ПО в соответствии с МИ 3286-2010 – С.

Защита программного обеспечения от преднамеренных и непреднамеренных воздействий осуществляется пломбированием задней крышки блока преобразовательного.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Другие идентификационные данные: наименование файла	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Кондуктометр/концентратомер МАРК-1102. Код прошивки для микроконтроллера MSP430F149 платы индикации	01.03	0xD6C7	1102I_430_01_03	CRC-16
Кондуктометр/концентратомер МАРК-1102. Код прошивки для микроконтроллера MSP430F149 платы усилителя	02.03	0x5FCA	1102U_430_02_03	CRC-16

### Метрологические и технические характеристики

Диапазон измерений УЭП, мСм/см ..... от 0 до 1000.

Диапазон измерений массовой доли растворенных веществ в воде, %:

- при измерении массовой доли NaCl ..... от 0 до 15;
- при измерении массовой доли NaOH ..... от 0 до 10;
- при измерении массовой доли HNO<sub>3</sub> ..... от 0 до 15;
- при измерении массовой доли H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ..... от 0 до 15;
- при измерении массовой доли HCl ..... от 0 до 10.

Диапазоны унифицированного электрического выходного сигнала постоянного тока:

- от 4 до 20 мА на нагрузке, не превышающей 500 Ом;
- от 0 до 5 мА на нагрузке, не превышающей 2 кОм.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности кондуктометра по индикатору при температуре анализируемой среды (25,0 ± 0,2) °С и температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С:

- при измерении УЭП, мСм/см ..... ± (1,0+0,04χ);
- при измерении массовой доли растворенных веществ в воде, % ..... ± (0,03+0,04С),

где χ - измеренное значение УЭП, мСм/см;

С - измеренное значение массовой доли растворенных веществ в воде, %.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности кондуктометра по токовому выходу при температуре анализируемой среды (25,0 ± 0,2) °С и температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С:

- при измерении УЭП, мСм/см ..... ± [(1,0+0,002χ<sub>duan</sub>) + 0,04χ];
- при измерении массовой доли растворенных веществ в воде,

% ..... ± [(0,03+0,002С<sub>duan</sub>) + 0,04С],

где χ<sub>duan</sub> – запрограммированный диапазон измерения УЭП по токовому выходу; мСм/см;

С<sub>duan</sub> – запрограммированный диапазон измерения массовой доли растворенных веществ в воде по токовому выходу, %.

Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности кондуктометра, обусловленной изменением температуры анализируемой среды в диапазоне температурной компенсации:

- при измерении УЭП, мСм/см .....  $\pm 0,04\chi$ ;
- при измерении массовой доли растворенных веществ в воде, % .....  $\pm 0,04C$ .

Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности кондуктометра по индикатору, обусловленной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые  $\pm 10$  °С от нормальной ( $20 \pm 5$ ) °С в пределах всего диапазона от плюс 5 до плюс 50 °С:

- при измерении УЭП, мСм/см .....  $\pm 0,004\chi$ ;
- при измерении массовой доли растворенных веществ в воде, % .....  $\pm 0,004C$ .

Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности кондуктометра по токовому выходу, обусловленной изменением температуры окружающего воздуха, на каждые  $\pm 10$  °С от нормальной ( $20 \pm 5$ ) °С в пределах всего диапазона от плюс 5 до плюс 50 °С:

- при измерении УЭП, мСм/см .....  $\pm (0,0025\chi_{duan} + 0,004\chi)$ ;
- при измерении массовой доли растворенных веществ в воде, % .....  $\pm (0,0025C_{duan} + 0,004C)$ .

Диапазон измерений температуры анализируемой среды, °С ..... от 0 до плюс 70.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности кондуктометра при измерении температуры анализируемой среды при температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С, °С .....  $\pm 0,5$ .

Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности кондуктометра при измерении температуры, вызванной изменением температуры окружающего воздуха на каждые  $\pm 10$  °С от нормальной ( $20 \pm 5$ ) °С в пределах рабочего диапазона температур от плюс 5 до плюс 50 °С, °С .....  $\pm 0,1$ .

Пределы допускаемой относительной погрешности определения электролитической постоянной датчика проводимости, % .....  $\pm 3$ .

Время переходного процесса кондуктометра при скачкообразном изменении УЭП, с, не более ..... 30.

Время установления показаний кондуктометра  $t_{0,9}$  с датчиком проводимости при скачкообразном изменении температуры анализируемой среды, мин, не более ..... 5.

Стабильность показаний кондуктометра за время 8 ч не хуже:

- при измерении УЭП, мСм/см .....  $\pm 0,02\chi$ ;
- при измерении массовой доли растворенных веществ в воде, % .....  $\pm 0,02C$ .

Время установления режима работы кондуктометра, мин, не более ..... 5.

При подключении к персональному компьютеру (ПК) кондуктометр осуществляет обмен информацией с ПК по интерфейсу RS-485.

Электрическое питание кондуктометра осуществляется от сети переменного тока напряжением в зависимости от исполнения 220 В либо 36 В при частоте ( $50 \pm 1$ ) Гц с допускаемым отклонением напряжения питания от минус 15 до плюс 10 %.

Потребляемая мощность при номинальном значении напряжения питания, В·А, не более ..... 10.

Габаритные размеры и масса узлов кондуктометра соответствуют значениям, приведенным в таблице.

Таблица 2

Исполнения кондуктометра	Наименование и обозначение узлов	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, не более
МАРК-1102	Блок преобразовательный ВР56.01.000	252´ 146´ 100	2,60
МАРК-1102/1	Блок преобразовательный ВР56.01.000-01	266´ 170´ 95	2,60
МАРК-1102/2	Блок преобразовательный ВР56.01.000-02	252´ 146´ 100	2,60

Исполнения кондуктометра	Наименование и обозначение узлов	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, не более
МАРК-1102/3	Блок преобразовательный ВР56.01.000-03	266´ 170´ 95	2,60
МАРК-1102, МАРК-1102/1 МАРК-1102/2 МАРК-1102/3	Блок датчика БД-1102 ВР56.02.000: – блок усилителя ВР56.02.100; – индуктивный датчик электрической проводимости InPro 7250 ST	150´ 70´ 30 250´ 47´ 36	0,30 0,50

Электрическая изоляция силовых цепей питания кондуктометра по отношению к корпусу блока преобразовательного выдерживает в течение 1 мин действие испытательного напряжения переменного тока со среднеквадратичным значением 1,5 кВ и частотой 50 Гц в нормальных условиях применения.

Электрическое сопротивление изоляции цепей питания кондуктометра между штырями вилки и корпусом, МОм, не менее:

- при температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С ..... 40;
- при температуре окружающего воздуха 50 °С ..... 10;
- при температуре окружающего воздуха 35 °С и относительной влажности 80 % .... 2.

Электрическое сопротивление между внешним зажимом защитного заземления блока преобразовательного и его корпусом, Ом, не более ..... 0,1.

Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, °С ..... от плюс 5 до плюс 50;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре плюс 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги, %, не более.....80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) ..... от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800).

Параметры анализируемой среды:

а) температура анализируемой среды (диапазон температурной компенсации кондуктометра) находится в пределах, °С:

- при измерении УЭП ..... от 0 до плюс 70;
- при измерении массовой доли NaCl ..... от 0 до плюс 60;
- при измерении массовой доли NaOH ..... от 0 до плюс 70;
- при измерении массовой доли HNO<sub>3</sub> ..... от 0 до плюс 50;
- при измерении массовой доли H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ..... от 0 до плюс 70;
- при измерении массовой доли HCl ..... от 0 до плюс 50;

б) давление анализируемой среды, МПа, не более ..... 0,8.

Показатели надежности:

- средняя наработка на отказ, ч, не менее ..... 20000;
- среднее время восстановления работоспособности, ч, не более ..... 2;
- средний срок службы кондуктометров лет, не менее ..... 10.

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится с внешней стороны на заднюю поверхность блока преобразовательного щитового исполнений и нижнюю поверхность блока преобразовательного настенного исполнений методом наклейки, на титульный лист руководства по эксплуатации и паспорт типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки кондуктометра соответствует таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Количество на исполнение кондуктометра МАРК-			
		1102	1102/1	1102/2	1102/3
1 Блок преобразовательный	BP56.01.000	1	—	—	—
	BP56.01.000-01	—	1	—	—
	BP56.01.000-02	—	—	1	—
	BP56.01.000-03	—	—	—	1
2 Блок датчика БД-1102	BP56.02.000	*	*	*	*
3 Кабель соединительный К1102.5	BP56.03.000	**	**	**	**
4 Комплект инструмента и принадлежностей	BP56.06.000	*	*	*	*
5 Комплект монтажных частей	BP37.03.000	1	1	1	1
6 Комплект монтажных частей	BP49.06.000	1	—	1	—
7 Комплект монтажных частей (к блоку датчика БД-1102)	BP56.02.300	*	*	*	*
8 Руководство по эксплуатации	BP56.00.000РЭ	1	1	1	1
9 Паспорт	BP56.00.000ПС	1	1	1	1
* Количество по согласованию с заказчиком.					
** Количество соответствует количеству блоков датчика.					

### Поверка

осуществляется по документу BP56.00.000РЭ Приложении А «Кондуктометр/концентраметр МАРК-1102. Методика поверки», утвержденному ФБУ «Нижегородский ЦСМ» 30 сентября 2014 г.

Основные средства поверки:

- рабочий эталон второго разряда – кондуктометр лабораторный КЛ-С-1А ТУ4215-003-43695219-02, класс точности 0,25;
- термометр лабораторный электронный ЛТ-300 ТУ 4211-041-44229117-2005, диапазон измерения от минус 50 до плюс 300 °С, погрешность измерения  $\pm 0,05$  °С;
- мультиметр цифровой АРРА-305, используемый предел измерения силы постоянного тока 40 мА; основная абсолютная погрешность измерения, мА:  $\pm (0,002X + 0,004)$ , где X – измеренное значение силы постоянного тока, мА;
- термостат жидкостный ТУ 25-02-200.351-84, диапазон температур от 0 до 100 °С, погрешность поддержания температуры не более  $\pm 0,2$  °С;
- весы лабораторные В1502 ТУ 4274-002-58887924-2004 диапазон взвешивания – от 0,5 до 1500 г, погрешность взвешивания не более  $\pm 30$  мг;
- магазин сопротивления Р4831-1М диапазон от 0,002 до 110000 Ом, класс точности  $0,02/2 \times 10^{-6}$ ;
- натрий хлористый х.ч. ГОСТ 4233-77 либо СТ Натрий хлористый ТУ 2642-001-56278322-2008 погрешность  $(1,00 \pm 0,001)$  моль/дм<sup>3</sup>.

### Сведения о методиках (методах) измерений

Методы измерений содержатся в Руководстве по эксплуатации BP56.00.000РЭ.

## Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к кондуктометру/концентраномеру МАРК-1102

1. ГОСТ 8.457-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей
2. ГОСТ 13350-78 Анализаторы жидкости кондуктометрические ГСП. Общие технические условия
3. ГОСТ Р 8.722-2010 Анализаторы жидкости кондуктометрические. Методика поверки
4. Технические условия ТУ4215-033-39232169-2009.

## Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

При выполнении работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

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  
Кадуга (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  
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  
Таджикистан (992)427-82-92-69

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://mark.nt-rt.ru/> || [mrk@nt-rt.ru](mailto:mrk@nt-rt.ru)