

Измерители параметров релейной защиты РТЕ, Mentor 12

Назначение средства измерений

Измерители параметров релейной защиты РТЕ, Mentor 12 (далее – измерители) предназначены для воспроизведения и измерения:

- напряжения переменного и постоянного тока;
- силы переменного и постоянного тока;
- временных интервалов;
- частоты;
- фазового угла.

Описание средства измерений

Область применения измерителей – проверка электромеханических характеристик устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) при проведении испытаний и технического обслуживания. Измерители применяются для проверки как однофазных, так и трехфазных релейных защит и позволяют выполнять испытания всех типов реле: от электромеханических до цифровых.

Принцип действия измерителей заключается в формировании испытательных сигналов с заданными параметрами и регистрации откликов на них. При этом входные аналоговые сигналы преобразуются в цифровую форму с помощью АЦП, обрабатываются микропроцессором и результаты измерений индицируются на встроенном дисплее.

Измерители оснащены встроенными шаблонами, автоматизирующих процесс тестирования элементов релейных защит и снятие их характеристик.

Измерители могут генерировать испытательные сигналы по независимым каналам напряжения и тока. Амплитуды и фазы каждого из сигналов устанавливаются независимо.

Основные узлы измерителей: генератор тока; генератор напряжения; датчики тока и напряжения; микропроцессор (для Mentor 12 – встроенный компьютер); автотрансформатор; трансформатор; запоминающее устройство; силовые ключи управления; система защиты от аварийных ситуаций; схема интерфейсов; блок питания; дисплей (индикатор).

Устройства выпускаются в виде ряда модификаций: РТЕ-50-СЕ, РТЕ-50-СЕ pro, РТЕ-50-СЕТ, РТЕ-100-С, РТЕ-100-С plus, РТЕ-100-С pro, РТЕ-100-V, РТЕ-300-V, Mentor 12, отличающихся функциональностью (однофазные или трехфазные, число каналов напряжения и тока, и т.д.), режимами работы, конструкцией и комплектом поставки.

Отличия модификаций измерителей серии РТЕ приведены в таблице 2.

В зависимости от количества встроенных генераторов напряжения и тока измерители Mentor 12 могут иметь ряд различных конфигураций (см. таблицу 3). Для увеличения выходной мощности генераторы напряжения и тока могут соединяться последовательно/параллельно.

Результаты измерений могут быть сохранены как во внутренней энергонезависимой памяти измерителей, так и переданы на внешний персональный компьютер (ПК). Для связи с ПК измерители РТЕ оснащаются интерфейсом RS-232, измерители Mentor 12 - интерфейсами RS-232, USB, Ethernet, IEC61850 (опция). Измерители Mentor 12 оснащены параллельным портом (Centronics) для подключения принтера.

Измерители РТЕ функционируют как в режиме автономного управления, так и в режиме дистанционного управления с внешнего ПК. Для работы в режиме дистанционного управления на внешнем ПК должно быть предустановлен пакет программного обеспечения «РТЕ-СОМ».

Для расширения функциональных возможностей измерители РТЕ могут соединяться как между собой, так и с опциональными устройствами через шину BUS-РТЕ.

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (852)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
Россия (495)268-04-70

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
Казахстан (772)734-952-31

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

В качестве опций измерители РТЕ могут комплектоваться:

- модулем РТЕ-FCB (для тестирования автоматов защиты в полевых условиях);
- модулем РТЕ-FCC (дополнительная внешняя нагрузка);
- модулем РТЕ-FCE (внешний таймер);
- модулем РТЕ-FCF (источник регулируемого напряжения 0 - 120 В);
- модулем РТЕ-FCG (внешний источник питания для тестируемого реле);
- модулем РТЕ-FCH (адаптер для измерения внешнего напряжения до 1000 В);
- модулем РТЕ-FCL (дополнительный источник регулируемого напряжения для модификации РТЕ-100-С plus);
- модулем РТЕ-FCN (дополнительный источник регулируемого напряжения для модификаций РТЕ-50-СЕ pro, РТЕ-100-С pro);
- модулем РТЕ-12 (для связи измерителя с ПК под управлением ПО «РТЕ-СОМ»);
- модулем РТЕ-GPS (для синхронизации оборудования РТЕ);
- модулем РТЕ-SER (усилитель выходного напряжения для модификации РТЕ-50-СЕТ);
- модулем РТЕ-30-СН (внешний цифровой таймер для модификаций РТЕ-100-V и РТЕ-300-V).

В качестве опций измерители Mentor 12 могут комплектоваться:

- модулем Mentor-GPS (приемник GPS, антенна, кабель);
- адаптером Mentor-IRIGB (для синхронизации с другими энергосистемами);
- модулем Mentor-MD1V (дополнительный усилитель напряжения);
- модулем Mentor-MD1C (дополнительный усилитель тока);
- модулем Mentor-MD3V (дополнительный усилитель напряжения на три канала);
- модулем Mentor-MD3C (дополнительный усилитель тока на три канала);
- модулем Mentor-IR (ИК-порт).

Конструктивно измерители РТЕ выполнены в металлических корпусах с откидной верхней крышкой. Органы управления, индикации, разъемы питания и интерфейсов связи, измерительные входы расположены на лицевой панели корпуса.

Измерители Mentor 12 выполнены в металлическом корпусе в виде системного блока ПК. На торцевой панели расположен поворотный сенсорный ЖК-дисплей. На боковой панели корпуса расположены измерительные входы, разъемы питания и интерфейсов связи, подключения внешнего монитора (VGA), клавиатуры и манипулятора типа «мышь».

Питание измерителей осуществляется от сети питания переменного тока

Приборы относятся к ремонтируемым и восстанавливаемым изделиям.

Внешний вид измерителей приведен на рисунках 1 – 8.

Для предотвращения несанкционированного доступа к внутренним частям прибора осуществляется пломбировка корпуса специальными наклейками, при повреждении которых остается несмываемый след. Знак поверки наносится на лицевую панель.



Место пломбирования

Место нанесения
знака поверки



Рисунок 1 – Измерители РТЕ-50-СЕ (pro)

Рисунок 2 – Измеритель РТЕ-50-СЕТ



Рисунок 3 – Измеритель РТЕ-100-С



Рисунок 4 – Измеритель РТЕ-100-С plus



Рисунок 5 – Измеритель РТЕ-100-С pro



Рисунок 6 – Измеритель РТЕ-100-V



Рисунок 7 – Измеритель РТЕ-300-V



Рисунок 8 – Измеритель Mentor 12

Программное обеспечение

Измерители имеют встроенное и внешнее программное обеспечение (ПО).

Встроенное ПО (микропрограмма) реализовано аппаратно и является метрологически значимым. Метрологические характеристики измерителей нормированы с учетом влияния встроенного ПО, которое заносится в программируемое постоянное запоминающее устройство приборов предприятием-изготовителем и недоступно для пользователя. Характеристики встроенного программного обеспечения приведены в таблице 1.

Внешнее ПО (ROOTS) предназначено для тестирования т.н. «интеллектуальных» цифровых реле (IED). ПО не является метрологически значимым.

Внешнее ПО (EUROFAULT) предназначено для анализа поведения реле в переходных режимах и при авариях путем воспроизведения ранее записанных режимов. ПО не является метрологически значимым.

Внешнее ПО (PTE-COM) позволяет дистанционно управлять устройствами серии РТЕ с внешнего ПК. ПО не является метрологически значимым.

Таблица 1 – Характеристики встроенного программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение для модификаций	
	РТЕ	Mentor 12
Идентификационное наименование ПО	–	–
Номер версии (идентификационный номер ПО)	–	Не ниже 1.0
Цифровой идентификатор ПО	–	–
Другие идентификационные данные (если имеются)	–	–

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Функциональные характеристики измерителей РТЕ

Характеристика	Значение для модификаций							
	РТЕ-50-СЕ	РТЕ-50-СЕ pro	РТЕ-50-СЕТ	РТЕ-100-С	РТЕ-100-С plus	РТЕ-100-С pro	РТЕ-100-V	РТЕ-300-V
Число выходных каналов напряжения	1	1	3	1	1	1	1	3
Число выходных каналов тока	1	1	3	1	1	1	1	3
Генератор гармоник	До 5-ой	До 5-ой	До 5-ой	нет	нет	нет	До 7-ой	До 7-ой
Генератор частот, Гц	нет	нет	нет	нет	нет	нет	40 – 420	40 – 420
Цифровой таймер	да	да	да	да	да	да	нет	нет
Дополнительный выход напряжения постоянного тока	с модулем РТЕ-FCG	с модулем РТЕ-FCG	с модулем РТЕ-FCG	есть	есть	есть	с модулем РТЕ-FCG	с модулем РТЕ-FCG
Дополнительный выход напряжения переменного тока	нет	с модулем РТЕ-FCN	нет	нет	с модулем РТЕ-FCL	с модулем РТЕ-FCN	нет	нет

Таблица 3 – Функциональные характеристики измерителей Mentor 12

Модификация прибора	Число каналов напряжения	Число каналов тока	Режимы работы
Mentor 12 3v 3i	3	3	3 напряжения (0 – 150 В или 0 – 5 А)* и 3 тока (0 – 25 А)
Mentor 12 4v 3i	4	3	4 напряжения (0 – 150 В или 0 – 5 А)* и 3 тока (0 – 25 А)
Mentor 12 4v 4i	4	4	4 напряжения (0 – 150 В или 0 – 5 А)* и 4 тока (0 – 25 А)
Mentor 12 3v 6i	3	6	3 напряжения (0 – 150 В или 0 – 5 А)* и 6 токов (0 – 25 А)
Mentor 12 6v 3i	6	3	6 напряжения (0 – 150 В или 0 – 5 А)* и 3 токов (0 – 25 А)
Mentor 12 4v 6i	4	6	4 напряжения (0 – 150 В или 0 – 5 А)* и 6 токов (0 – 25 А)
Mentor 12 6v 6i	6	6	6 напряжения (0 – 150 В или 0 – 5 А)* и 6 токов (0 – 25 А)

Примечание: * – каналы напряжения конвертируются в токовые.

Таблица 4 – Технические характеристики измерителей PTE

Характеристика	Значение для модификаций							
	PTE-50-CE	PTE-50-CE pro	PTE-50-SET	PTE-100-C	PTE-100-C plus	PTE-100-C pro	PTE-100-V	PTE-300-V
Электрическое питание	Сеть переменного тока напряжением 230 В ±10 % частотой 50/60 Гц							
Габаритные размеры, мм, (длина×ширина×высота)	300×200×200		442×327×200	300×200×200			300×200×200	442×327×200
Масса, кг	13,5	13,5	25	13,5	15,5	15,5	13,5	22
Нормальные условия применения: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, %	23±5 до 80							
Рабочие условия применения: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, %	от 0 до 55 до 95							

Таблица 5 – Технические характеристики измерителей Mentor 12

Характеристика	Значение
Электрическое питание	Сеть переменного тока напряжением от 100 до 260 В частотой от 40 до 70 Гц
Габаритные размеры, мм, (длина×ширина×высота)	422×254×511
Масса, кг	от 22,5 до 29,8
Нормальные условия применения: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, %	23±5 до 80
Рабочие условия применения: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, %	от 0 до 50 до 95

Таблица 6 – Метрологические характеристики измерителей PTE-50-CE, PTE-50-CE pro, PTE-50-SET (для модификации PTE-50-SET параметры указаны для одного канала)

Воспроизводимая/измеряемая физическая величина	Диапазон измерений	Разрешение (е.м.р.)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Напряжение переменного тока	0 – 6,250 В	0,001 В	$\pm 0,005 \cdot U$
	0 – 150,0 В	0,1 В	
Напряжение переменного тока	0 – 140,0* В	0,1 В	$\pm(0,01 \cdot U + 1 \text{ е.м.р.})$
Сила переменного тока**	0 – 0,330 А	0,001 А	$\pm 0,005 \cdot I$
	0 – 8,000 А	0,001 А	
	0 – 25,00 А	0,01 А	
	0 – 50,00 А	0,01 А	
Временной интервал	0,001 – 99999 с	0,001 с	$\pm(0,0001 \cdot t + 1 \text{ е.м.р.})$
Фазовый угол	0 – 359,9 градусов	0,1 градуса	$\pm 0,5 \text{ градуса}$

Примечание: * – с модулем PTE-FCN для модификации PTE-50-CE pro;

** – только воспроизведение;

U – воспроизводимое/измеряемое напряжение, В;

I – воспроизводимая сила тока, А;

t – измеряемый временной интервал, с;

е.м.р. – единица младшего разряда;

Таблица 7 – Метрологические характеристики измерителей PTE-100-C, PTE-100-C plus, PTE-100-C pro

Воспроизводимая/измеряемая физическая величина	Диапазон (предел) измерений	Разрешение (е.м.р.)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Напряжение переменного тока	10/20/40/200 В	0,01/0,1 В	$\pm(0,01 \cdot U + 1 \text{ е.м.р.})$
Напряжение переменного тока	0 – 250,0 В	0,1 В	$\pm(0,01 \cdot U + 1 \text{ е.м.р.})$
Напряжение переменного тока	0 – 300,0* В	0,1 В	$\pm(0,01 \cdot U + 1 \text{ е.м.р.})$
Напряжение переменного тока	0 – 140,0** В	0,1 В	$\pm(0,01 \cdot U + 1 \text{ е.м.р.})$
Напряжение постоянного тока	0 – 250,0 В	0,1 В	$\pm(0,01 \cdot U + 1 \text{ е.м.р.})$
Напряжение постоянного тока	0 – 350,0 В	0,1 В	$\pm(0,01 \cdot U + 1 \text{ е.м.р.})$
Напряжение постоянного тока	0 – 400,0* В	0,1 В	$\pm(0,01 \cdot U + 1 \text{ е.м.р.})$
Сила переменного тока***	5/25/50/100 А	0,001/0,01 А	$\pm(0,01 \cdot I + 1 \text{ е.м.р.})$
Временной интервал	0,001 – 99999 с	0,001 с	$\pm(0,0001 \cdot t + 1 \text{ е.м.р.})$
Частота	20 – 2000 Гц	0,01/0,1/1 Гц	$\pm(0,003 + 1 \text{ е.м.р.})$
Фазовый угол****	0 – 359,9 градусов	0,1 градуса	$\pm(2 + 1 \text{ е.м.р.}) \text{ градуса}$

Примечание: * – до 1000 В с модулем PTE-FCH;

** – с модулями PTE-FCL, PTE-FCN;

*** – только воспроизведение;

**** – кроме модификации PTE-100-C;

U – воспроизводимое/измеряемое напряжение, В;

I – воспроизводимая сила тока, А;

t – измеряемый временной интервал, с;

е.м.р. – единица младшего разряда.

Таблица 8 – Метрологические характеристики измерителей РТЕ-100-V, РТЕ-300-V (для модификации РТЕ-300-V параметры указаны для одного канала)

Воспроизводимая/измеряемая физическая величина	Диапазон измерений	Разрешение (е.м.р.)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Напряжение переменного тока	0 – 6,250 В	0,001 В	$\pm 0,005 \cdot U$
	0 – 150,0 В	0,1 В	
	0 – 300,0 В	0,1 В	
Сила переменного тока*	0 – 0,330 А	0,001 А	$\pm 0,005 \cdot I$
	0 – 8,000 А	0,001 А	
Частота	40 – 420 Гц	0,01/0,1/1 Гц	$\pm(0,003 + 1 \text{ е.м.р.})$
Фазовый угол	0 – 359,9 градусов	0,1 градуса	$\pm 0,5$ градуса

Примечание: * – только воспроизведение;

U – воспроизводимое/измеряемое напряжение, В;

I – воспроизводимая сила тока, А;

е.м.р. – единица младшего разряда.

Таблица 9 – Метрологические характеристики измерителей Mentor 12 (параметры указаны для одного канала)

Воспроизводимая/измеряемая физическая величина	Диапазон (предел) измерений	Разрешение (е.м.р.)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Напряжение переменного тока	0 – 150,000* В	0,001 В	$\pm(0,001 \cdot U + 0,0003 \cdot U_{п.})$
Напряжение переменного тока	0 – 7,07 В	0,0001 В	$\pm(0,0007 \cdot U + 0,00015 \cdot U_{п.})$
Напряжение постоянного тока	0 – 212,000* В	0,001 В	$\pm(0,0025 \cdot U + 0,0005 \cdot U_{п.})$
Напряжение постоянного тока	0 – 10,000 В	0,001 В	$\pm(0,0002 \cdot U + 0,0002 \cdot U_{п.})$
Напряжение постоянного тока	0 – 10,000 В	0,001 В	$\pm(0,001 \cdot U + 0,0003 \cdot U_{п.})$
Напряжение постоянного тока	48/125/250 В	0,01 В	$\pm 0,05 \cdot U_{п.}$
Сила переменного тока** (в режиме реверса)	0 – 5,0 А	0,0001 А	$\pm(0,002 \cdot I + 0,0005 \cdot I_{п.})$
Сила переменного тока**	0 – 25,0 А	0,0001 А	$\pm(0,001 \cdot I + 0,0003 \cdot I_{п.})$
Сила постоянного тока (в режиме реверса)	0 – 5,0 А	0,0001 А	$\pm(0,004 \cdot I + 0,0015 \cdot I_{п.})$
Сила постоянного тока	0 – 25,0 А	0,0001 А	$\pm(0,002 \cdot I + 0,0003 \cdot I_{п.})$
Сила постоянного тока	0 – 20,000 мА	0,001 мА	$\pm(0,0002 \cdot I + 0,0002 \cdot I_{п.})$
Временной интервал	0,0001 – 99999 с	0,0001 с	$\pm(0,00001 \cdot t + 1 \text{ е.м.р.})$
Частота	0 – 2000 Гц	$10^{-4}/10^{-5}/10^{-6}$ Гц	$\pm 0,0001 \cdot F_{п.}$
Фазовый угол	0 – 359,9 градусов	0,001 градуса	$\pm 0,1$ градуса

Примечание: * – 5 А в режиме реверса (генератор тока);

** – только воспроизведение;

U – воспроизводимое/измеряемое напряжение, В;

U_{п.} – верхний предел диапазона воспроизведений/измерений напряжения, В;

I – воспроизводимая сила тока, А;

I_{п.} – верхний предел диапазона воспроизведений/измерений силы тока, А;

t – измеряемый временной интервал, с;

F_{п.} – верхний предел диапазона измерений частоты, Гц;

е.м.р. – единица младшего разряда.

Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель приборов методом наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 10 – Комплект поставки измерителей PTE-50-CE, PTE-50-CE pro, PTE-50-CEТ, PTE-100-V, PTE-300-V

Наименование	Количество	Примечание
Измеритель PTE	1	
Кабель питания	1	Длина 1,5 м
Кабель измерительный	1	
Зажимы типа «крокодил»	4	
Кабель RS-232	1	
Кабель RPTE-BUS	1	
Предохранитель	1	Набор
Сумка для кабелей и аксессуаров	1	
Руководство по эксплуатации	1	
Методика поверки	1	

Таблица 11 – Комплект поставки измерителей PTE-100-C, PTE-100-C plus, PTE-100-C pro

Наименование	Количество	Примечание
Измеритель PTE	1	
Кабель питания	1	
Кабель для измерения тока	2	Сечение 16 мм ²
Зажимы типа «крокодил»	8	
Кабели измерительные	8	Сечение 2,5 мм ²
Адаптер	2	
Кабель RS-232	1	
Кабель RPTE-BUS	1	
Предохранитель	1	Набор
Провода	2	
Провод заземления	1	
Сумка для кабелей и аксессуаров	1	
Руководство по эксплуатации	1	
Методика поверки	1	

Таблица 12 – Комплект поставки измерителей Mentor 12

Наименование	Количество	Примечание
Измеритель Mentor 12	1	
Кабель питания	1	
Кабели для измерений	28 (40)	Набор
Кабель Ethernet	1	Длина 2 м
Кабель RS-232	1	
Предохранитель	19 (32)	Набор
Адаптер PS/2 для клавиатуры/манипулятора типа «мышь»	1	
Адаптер для низковольтных выходов	2	
Сумка для кабелей и аксессуаров	1	
Транспортный кейс	1	
Руководство по эксплуатации	1	
Методика поверки	1	

Поверка

осуществляется по документу МП 63764-16 «Измерители параметров релейной защиты РТЕ, Mentor 12. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМС» в январе 2016 г.

Средства поверки: вольтметр универсальный В7-78/1 (Госреестр № 52147-12); калибратор универсальный Fluke 9100 (Госреестр № 25985-09); шунт токовый АКПП-7501 (Госреестр № 49121-12); измеритель параметров цифровой Ф291 (Госреестр № 9223-83); частотомер электронно-счетный 53132А (Госреестр № 26211-03); генератор сигналов специальной формы AFG-73051 (Госреестр № 53065-13); измеритель многофункциональный характеристик переменного тока РЕСУРС-UF2-ПТ (Госреестр № 29470-05).

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в руководствах по эксплуатации.

Нормативные документы, устанавливающие требования к измерителям параметров релейной защиты РТЕ, Mentor 12

1 ГОСТ 14014-91 Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний».

2 ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

3 ГОСТ 8.027-2001 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы.

4 ГОСТ Р 8.648-2008 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-2}$ – $2 \cdot 10^9$ Гц.

5 ГОСТ 8.022-91 ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 30 А.

6 МИ 1940-88 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений силы переменного электрического тока $1 \cdot 10^{-8}$ – 25 А в диапазоне частот 20 – $1 \cdot 10^6$ Гц.

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
Россия (495)268-04-70

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
Казахстан (772)734-952-31

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://esmc.nt-rt.ru/> || ecs@nt-rt.ru