

Утверждаю
Директор ООО НПП Интромаг

В.П.Зеленин
В.П.Зеленин

2012



КАЛИБРАТОРЫ ИМ2390

Руководство по эксплуатации
ИМ 23.90.00 001 РЭ

Пермь 2012

Содержание

1. Описание и работа	3
2 Использование по назначению.....	10
3 Техническое обслуживание	14
Методика поверки	15
4 Хранение	19
5 Транспортирование	19
6 Утилизация	19
7 Условные обозначения и сокращения.....	19
Приложение А	20
Приложение Б	23
Приложение В	24
Приложение Г	27
Приложение Д	29
Приложение Е	31

Предприятие изготовитель:

ООО НПП ИНТРОМАГ, 614990, Пермь, Данщина, 19
т. (342) 237-17-80; ф: (342) 237-17-49

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения устройства, принципа действия, правил эксплуатации и технического обслуживания комплекта калибраторов ИМ2390.

В руководстве по эксплуатации приведены основные технические характеристики калибраторов, методы поверки, требования по использованию и другие сведения, необходимые для правильной эксплуатации.

Состав комплекта

1. Калибратор сопротивлений 2-х канальный ИМ2390R.
2. Калибратор токов 4-х канальный ИМ2390I.
3. Калибратор частот 4-х канальный ИМ2390F.

Калибраторы могут поставляться и использоваться как в комплекте, так и индивидуально.

1. Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Калибратор сопротивлений 2-х канальный ИМ2390R предназначен для воспроизведения сопротивлений и сигналов термометров сопротивлений при испытаниях и поверке резистивных каналов (каналов термометров сопротивлений - ТСМ, ТСП и Pt) измерительных приборов, модулей и контроллеров средств автоматизации.

1.1.2 Калибратор токов 4-х канальный ИМ2390I предназначен для воспроизведения силы постоянного тока при испытании и поверке унифицированных токовых каналов измерительных приборов, модулей и контроллеров средств автоматизации.

1.1.3 Калибратор частот 4-х канальный ИМ2390F предназначен для воспроизведения сигналов число-импульсных датчиков при испытаниях и поверке число-импульсных (частотных) каналов измерительных приборов, модулей и контроллеров средств автоматизации.

1.1.4 Калибраторы предназначены для работы в лабораторных условиях.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Калибратор сопротивлений 2-х канальный ИМ2390R

1.2.1.1 Основные параметры.

1.2.1.1.1 Количество гальванически развязанных каналов 2

1.2.1.1.2 Диапазон воспроизведения сопротивлений от 1 до 1000 Ом

1.2.1.1.3 Ток возбуждения канала от 0,2 до 5,0 мА

1.2.1.1.4 Шаг сетки сопротивлений 0,01 Ом

1.2.1.1.5 Перечень калибровок для воспроизведения сигналов ТС: ТСМ50, 100; ТСП50, 100, 500; Pt50, 100, 500

1.2.1.1.6 Алгоритм расчета сопротивлений для воспроизведения сигналов ТС по ГОСТ Р 8.625-2006

1.2.1.1.7 Шаг сетки температур 1 °C

1.2.1.2 Метрологические характеристики

1.2.1.2. Предельно допустимая абсолютная погрешность сопротивления (dR_x abs) в интервале температур от плюс 10 до минус 35 °C, не более

$dR_x \text{ abs} = \pm 0,01 \text{ Ом}$ для $R_x \leq 100 \text{ Ом}$;

$dR_x \text{ abs} = \pm 0,0001 * R_x \text{ Ом}$ для $R_x > 100 \text{ Ом}$.

1.2.1.3 Общие данные.

1.2.1.3.1 Питание от внешнего ИП	5 В
1.2.1.3.2 Потребляемый ток не более	0,65 А
1.2.1.3.3 Габаритные размеры не более	200x155x50 мм
1.2.1.3.4 Масса, не более, кг	0,6 кг
1.2.1.3.5 Время установления рабочего режима не более	10 мин.
1.2.1.3.6 Сопротивление изоляции не менее, МОм	100 МОм
1.2.1.3.7 Связь с компьютером по интерфейсу	RS485
1.2.1.3.8 Управление: ручное с клавиатуры или программное (внешнее ПО - программа RCalibrator_us)	

1.2.2 Калибратор токов 4-х канальный ИМ2390I

1.2.2.1 Основные параметры.

1.2.2.1.1 Количество гальванически развязанных каналов	4
1.2.2.1.2 Выходные токи	от 0 до 24 мА
1.2.2.1.3 Сопротивление нагрузки канала	от 0 до 1000 Ом
1.2.2.1.4 Шаг сетки токов	1 мкА

1.2.2.2 Метрологические характеристики в диапазоне от 0 до 20 мА

1.2.2.2.1 Предельно допустимая абсолютная погрешность калибратора в интервале температур от плюс 10 до плюс 35 °С	± 2 мкА
---	---------

1.2.2.3 Общие данные.

1.2.2.3.1 Питание от внешнего ИП	24 В
1.2.2.3.2 Потребляемый ток не более	0,5 А
1.2.2.3.3 Габаритные размеры не более	200x155x50 мм
1.2.2.3.4 Масса не более	0,6 кг
1.2.2.3.5 Время установления рабочего режима не более	10 мин.
1.2.2.3.6 Сопротивление изоляции не менее	100 МОм
1.2.2.3.7 Связь с компьютером по интерфейсу	RS485
1.2.2.3.8 Управление: ручное с клавиатуры или программное (внешнее ПО - программа ICalibrator_us)	

1.2.3 Калибратор частот 4-х канальный ИМ2390F

1.2.3.1 Основные параметры.

1.2.3.1.1 Количество выходных каналов	4
1.2.3.1.2 Выходные частоты	от 0,01 до 10000 Гц
1.2.3.1.3 Сетка частот (см. п. 1.4.3.1)	Неравномерная
1.2.3.1.4 Режимы работы	Непр./Пачка имп.
1.2.3.1.5 Количество импульсов в пачке	от 1 до 999999
1.2.3.1.6 Тип выхода	Активн./Пассивн.
1.2.3.1.7 Полярность выхода	Прямая/Инверсн.
1.2.3.1.8 Форма выходного сигнала	Меандр
1.2.3.1.9 Нижний уровень выходного сигнала (ULo)	от 0 до 0,5 В
1.2.3.1.10 Верхний уровень выходного сигнала (UHi) при активном типе выхода	от 4,5 до 5,5 В

1.2.3.1.11 Верхний уровень выходного сигнала (UHi) при пассивном типе выхода не более	30 В
---	------

1.2.3.1.12 Максимальный ток нагрузки на выходе канала	20 мА
1.2.3.1.13 Связь с ПЭВМ по интерфейсу	RS485

1.2.3.1.14 Управление: ручное с клавиатуры или программное (внешнее ПО - программа FCalibrator)	
---	--

1.2.3.2 Метрологические характеристики

1.2.3.2 Предельно допустимая относительная погрешность частоты в интервале температур от плюс 10 до плюс 35 °С не более $\pm 0,01 \%$

1.2.3.3 Общие данные.

1.2.3.3.1 Питание от внешнего ИП

5 В

1.2.3.3.2 Потребляемый ток не более

0,65 А

1.2.3.3.3 Габаритные размеры не более

200x155x50 мм

1.2.3.3.4 Масса не более

0,6 кг

1.2.3.3.5 Время установления рабочего режима не более

1 мин

1.2.3.3.6 Сопротивление изоляции не менее

100 МОм

1.2.3.3.7 Связь с компьютером по интерфейсу

RS485

1.2.3.3.8 Управление: ручное с клавиатуры или программное (внешнее ПО - программа FCalibrator)

1.2.4 Требования к стойкости, прочности и устойчивости к внешним факторам.

1.2.4.1 Температура окружающей среды в рабочих условиях от плюс 10 до плюс 35 °С

1.2.4.2 Относительная влажность в рабочих условиях от 35 до 80 %

1.2.4.3 Средняя наработка на отказ не менее 20000 час.

1.2.4.4 Степень защиты от воздействия внешней среды IP30

1.2.4.5 Средний срок службы не менее 10 лет

1.3 Комплектность

Комплект поставки приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование	Обозначение	Кол-во
Калибратор сопротивлений	ИМ 2390R	1
Блок питания	БП 5В 1А	1
Комплект разъемов	МС420-350-2	2
Паспорт	ИМ2390R.00.01ПС	1
Калибратор токов	ИМ2390I	1
Блок питания	MEAN WELL GPSU15E-6 24В 0.62А или аналог	1
Комплект разъемов	МС420-350-2	5
Разъем	МС420-350-3	1
Паспорт	ИМ2390I.00.01ПС	1
Калибратор частот	ИМ2390F	1
Блок питания	MEAN WELL GPSU06E1 5В 1А или аналог	1
Комплект разъемов	МС420-350-2	6
Паспорт	ИМ23.90F.00.01ПС	1
Программный комплекс (на CD)	IM_CALIBRATORS_US	1
Паспорт на комплект	ИМ23.90.00.01ПС	1
Конвертор USB <-> RS485	ИМ2316.90	1
Руководство по эксплуатации	ИМ 23.90.00 001 РЭ	1

1.4 Устройство и работа

Структурные схемы устройств приведены в приложении А.

1.4.1 Калибратор сопротивлений 2-х канальный ИМ2390R

1.4.1.1 Структурная схема калибратора приведена на рисунке А.1.

КС состоит из 2-х одинаковых, гальванически развязанных модулей (каналов).

Основой каждого модуля является высоколинейный и высокостабильный цифро-аналоговый преобразователь код/сопротивление(ПКС), управляемый микропроцессором.

На вход ПКС подается код. На выходные клеммы +I, -I канала подается внешний ток возбуждения I_e . На выходных клеммах +U, -U появляется напряжение $U_x = I_e \cdot R_x$, где R_x - заданное сопротивление.

Допустимые величины внешнего тока возбуждения I_e лежат в пределах от 0,2 мА до 5,0 мА.

Шаг сетки сопротивлений 0,01 Ом.

1.4.1.2 ПКС каждого канала калибруется на предприятии-изготовителе. Блок калибровочных констант, сохраняется в энергонезависимой памяти калибратора.

1.4.1.3 КС может работать под управлением программы RCalibrator_us (в составе ПК) и автономно.

1.4.1.3.1 Работа под управлением программы RCalibrator_us.

Программа RCalibrator_us предназначена для

- записи в калибратор текущих параметров;
- создания и записи в калибратор таблицы установок пользователя для работы в автономном режиме.

1.4.1.3.2 При записи текущих параметров пользователь может задавать и записывать индивидуально в каждый канал калибратора значения сопротивлений или задавать температурные точки, имитирующие ТС.

Для создания температурных точек поддерживаются градуировки TCM50, 100; TСП50, 100, 500; Pt50, 100, 500. Шаг сетки температур 1 град.С. Значения сопротивлений вычисляются ПУ RCalibrator_us для каждой температурной точки при заданной градуировке. Погрешность dTx воспроизведения температурных точек ТС определяется абсолютной погрешностью сопротивления dRx abs (см. п. 1.2.1.2) и может быть вычислена для каждой калибровки ТС по формуле:

$$dTx = dRx \text{ abs} / K_{rt}, \text{ град.С},$$

где $K_{rt} = 0,2 \text{ Ом/град.С}$ для TCM50, TСП50, Pt50;

$K_{rt} = 0,4 \text{ Ом/град.С}$ для TCM100, TСП100, Pt100;

$K_{rt} = 2 \text{ Ом/град.С}$ для TСП500, Pt500

В Приложении Б даны погрешности воспроизведения температурных точек для ряда температур, рассчитанные по приведенной выше формуле.

1.4.1.3.3 Программа RCalibrator_us позволяет пользователю создать таблицу температурных точек, имитирующих ТС, для градуировок, перечисленных в пп. 1.1.4.3.2 и записать ее в память КС. Шаг сетки температур 1 град.С. Таблица содержит по 16 точек для 8-ми градуировок. Набор градуировок и температур единый для двух каналов калибратора.

1.4.1.3.4 Для расчета сопротивлений в температурных точках используется алгоритм, опубликованный в ГОСТ Р 8.625-2006 "Термометры сопротивления из платины, меди и никеля".

1.4.1.3.5 При работе КС в автономном режиме выбор градуировок, температур (и сопротивлений) осуществляется пользователем с клавиатуры КС.

1.4.1.4 Органы управления и индикации калибратора. Общий вид прибора изображен на рисунке В.1.

1.4.1.4.1 На верхней панели КС расположены:

- два светодиода для индикации наличия тока возбуждения I_e в каналах КС. При отсутствии тока I_e в канале или неправильной полярности тока светодиод горит красным цветом. При появлении тока I_e в диапазоне пп.1.1.2.1.5. светодиод горит зеленым цветом.

- жидкокристаллический или OLED индикатор. В верхней строке индикатора всегда индицируются названия градуировок ТС. В нижней строке в зависимости от выбранного режима индикации индицируются значение температуры, или значение сопротивления, или значение тока возбуждения I_e . Ток возбуждения измеряется встроенным миллиамперметром.

- кнопка переключения режима индикации (T->I->R) в правом верхнем углу служит для выбора режима индикации. Для надежности переключения режима кнопку следует удерживать не менее 0,5 сек.

- кнопки "ГРАД" выбора градуировок в каналах K1, K2 - по две кнопки на канал для перебора вперед и назад.

- кнопки "T, R" выбора температур (или сопротивлений) в каналах K1, K2 - по две кнопки на канал для перебора вперед и назад.

1.4.1.4.2 На задней стенке расположены клеммы для внешних соединений КС:

- клеммы "+5В" - для подключения источника питания.

- 4 клеммы "K1", "I", "U" - для подключения канала K1 к входу КТС по 4-х проводной схеме.

- 4 клеммы "K2", "I", "U" - для подключения канала K2 к входу КТС по 4-х проводной схеме. Ток возбуждения считается положительным, если втекает в клеммы красного цвета и вытекает из клемм черного цвета.

- клеммы "RS485" - для подключения линии связи с компьютером.

1.4.2 Калибратор токов 4-х каналный ИМ2390I

1.4.2.1 Структурная схема калибратора приведена на рисунке А.2. КТ состоит из 4-х одинаковых, гальванически развязанных модулей (каналов). Основой каждого модуля является 16-ти разрядный высоколинейный и высокостабильный преобразователь код/ток (ПКТ), управляемый микропроцессором.

1.4.2.2 Управление ПКТ построено следующим образом: при первоначальной наладке на предприятии-изготовителе производится калибровка прибора и блок калибровочных констант записывается в энергонезависимую память калибратора. После калибровки коды ПКТ рассчитываются программно с использованием блока калибровочных констант.

1.4.2.3 Управление токами в каналах калибратора.

1.4.2.3.1 Программное управление с помощью ПУ ICalibrator_us. КТ подключается к компьютеру через интерфейс RS485. Запускается ПУ ICalibrator_us. Значения токов в каждом канале вводятся пользователем с клавиатуры компьютера. Коды ПКТ рассчитываются компьютером на основе информации о калибровочных константах и значениях токов, заданных пользователем и передаются по линии связи в КТ. Значения токов задаются индивидуально в каждом канале.

1.4.2.3.2 Ручное управление с клавиатуры КТ. Выбор тока осуществляется пользователем с клавиатуры КТ. Коды ПКТ берутся из таблицы кодов, хранящейся в памяти КТ. Таблица кодов (Установки пользователя) создается заранее с помощью ПУ ICalibrator_us и сохраняется в памяти КТ. Установки пользователя могут содержать до 32 значений токов индивидуально в каждом канале калибратора.

1.4.2.4 Органы управления и индикации калибратора. Общий вид прибора изображен на рисунке В.2.

1.4.2.4.1 На верхней панели КТ расположены:

- жидкокристаллический индикатор номинальных значений токов в каналах К1, К2, К3 и К4 калибратора.

- кнопки выбора значений токов в каналах К1, К2, К3 и К4 - по две кнопки на канал для перебора вперед и назад.

- 4 светодиода красного цвета под номерами 1, 2, 3 и 4 - для индикации подключения нагрузки в каналах калибратора.

1.4.2.4.2 На задней стенке расположены клеммы для внешних соединений КТ:

- клеммы "+24В" - для подключения источника питания.

- клеммы "К1", "К2", "К3", "К4" - выходы каналов для подключения нагрузки.

- клеммы "RS485" - для подключения линии связи с компьютером.

1.4.2.4.3 На задней стенке расположен микровентилятор, высасывающий воздух из корпуса КТ. Воздух поступает в корпус через отверстия в боковой передней панели. При работе калибратора должен быть обеспечен свободный отток для струи воздуха из микровентилятора.

1.4.3 Калибратор частот 4-х канальный ИМ2390F.

1.4.3.1 Структурная схема калибратора приведена на рисунке А.3. КЧ состоит из 4-х одинаковых модулей (каналов). Основой каждого модуля является 32-х разрядный преобразователь код/частота (ПКЧ), управляемый микропроцессором, который работает как делитель частоты единого для 4-х каналов задающего кварцевого генератора. Частота кварцевого генератора равна 60 МГц. Частота на выходе канала может быть рассчитана по формуле

$$F = 60000000 / (2 * Nd), \text{ Гц}$$

где Nd – делитель (целое число)

Максимальной частоте выхода (10000 Гц) соответствует минимальный делитель Nd мин. = 3000.

Минимальной частоте выхода (0.01 Гц) соответствует максимальный делитель Nd макс. = 3000000000.

Сетка генерируемых частот содержит около 3000000000 значений. Шаг сетки получаемых частот неравномерный по частоте и может быть вычислен по формуле:

$$dF = F * F / 300000000, \text{ Гц}$$

На вход ПКЧ подается управляющий код Nd. На выходе ПКЧ получается непрерывный поток или пачка импульсов с заданной частотой F. Частота генерации F и количество импульсов в пачке N задается пользователем.

Также пользователь может задать тип выхода (активный ("Акт") или пассивный ("Пас")) и полярность импульсов (прямая ("Пр") или инверсная ("Инв")).

Параметры генерации устанавливаются индивидуально в каждом из 4-х каналов.

Форма выходного сигнала при прямой и инверсной полярности выходов приведена на рисунке А.4. Начальный уровень сигнала на выходе устанавливается в момент выбора полярности выхода. При выборе прямой полярности ("Пр") сигнал на выходе устанавливается в состояние ULo. При выборе инверсной полярности ("Инв") сигнал на выходе устанавливается в состояние UHi.

Схема формирования выходного сигнала при активном ("Акт") и пассивном ("Пас") типах выходов приведена на рисунке А.5. При использовании пассивного типа выходные ключи каналов питаются от внешнего источника напряжения. Напряжение этого источника не должно превышать 30 В. Ток нагрузки канала не должен превышать 20 мА.

1.4.3.2 Управляющие коды ПКЧ задаются пользователем с помощью ПУ FCalibrator и хранятся в памяти КЧ.

1.4.3.3 Управление текущими параметрами генерации в каналах.

1.4.3.3.1 Программное управление с помощью ПУ FCalibrator. КЧ подключается к компьютеру через интерфейс RS485. Запускается ПУ FCalibrator. Параметры генерации (частота, количество импульсов в пачке, тип выхода и полярность сигнала) вводятся пользователем с клавиатуры компьютера индивидуально в каждом канале. Частота, заданная пользователем, адаптируется к ближайшему значению сетки и округляется с точностью до 5 знаков.

1.4.3.3.2 Ручное управление с клавиатуры КЧ. Выбор параметров осуществляется пользователем с клавиатуры КЧ. Параметры генерации выбираются из таблицы Установок пользователя, хранящейся в памяти КЧ. Таблица Установок пользователя создается заранее с помощью ПУ FCalibrator и сохраняется в памяти КЧ. Таблица может содержать до 32 значений частот и 32 значений количества импульсов в пачке. Таблица является общей для всех каналов. Выбор параметров генерации производится индивидуально для каждого канала.

1.4.3.4 Органы управления и индикации калибратора.

Общий вид прибора изображен на рисунке В.3.

1.4.3.4.1 На верхней панели КЧ расположены:

- жидкокристаллический индикатор , показывающий номинальное значение частоты, количества импульсов в пачке, типа выхода и полярности импульсов в выбранном канале калибратора.

- 2 кнопки "КАНАЛ" выбора канала для индикации и редактирования параметров.

- 2 кнопки "ЧАСТОТА" установки значений частоты генерации выбранного канала

- 2 кнопки "ЧИСЛО ИМПУЛЬСОВ" установки количества импульсов в пачке для выбранного канала (для непрерывной генерации выбрать позицию "Непрерывно") .

- кнопка "СТАРТ" для запуска генерации (во всех каналах).

- кнопка "СТОП" для останова генерации и выбора типа выходов и полярности импульсов.

- 4 светодиода "КАНАЛ" для индикации номера выбранного канала.

- 4 светодиода "ГЕНЕРАЦИЯ" для индикации процесса генерации в каналах.

Примечания:

1) Кнопки "КАНАЛ" доступны всегда.

2) Кнопки "ЧАСТОТА" и "ЧИСЛО ИМПУЛЬСОВ" доступны при остановленной генерации.

3) Для выбора параметров генерации нужно сначала остановить генерацию нажатием кнопки "СТОП". После останова выбрать параметры генерации во всех каналах. При остановленной генерации кнопка "СТОП" служит для выбора типа выходов ("Акт" или "Пас") и полярности ("Пр" или "Инв") импульсов на выходе канала.

4) Светодиоды "ГЕНЕРАЦИЯ" загораются после нажатия кнопки "СТАРТ". Генерация в канале завершается после завершения пачки импульсов. При непрерывной генерации остановить ее нажатием кнопки "СТОП".

1.4.3.4.2 На задней стенке расположены клеммы для внешних соединений КЧ:

- клеммы "+5В" - для подключения источника питания.

- клеммы "K1", "K2", "K3", "K4" - выходы каналов для подключения нагрузки.

- клеммы "RS485" - для подключения линии связи с компьютером.

1.5 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Для проверки соответствия приборов ИМ2390 требованиям технических условий ИМ23.90.00.001ТУ, выполнения работ по техническому обслуживанию и

текущему ремонту прибора и его функциональных блоков используются серийно выпускаемые средства измерения.

1.6 Маркировка и пломбирование

1.6.1 На каждом приборе нанесены:

- знак утверждения типа;
- название прибора

«Калибратор сопротивлений ИМ2390R 1 - 1000 Ом» - для калибратора сопротивлений;

«Калибратор токов ИМ2390I 0 - 24 мА» - для калибратора токов;

«Калибратор частот ИМ2390F 0.01-10000 Гц» - для калибратора частот;

- заводской номер;
- надписи на элементах управления.

1.6.2 Пломбирование должно производиться наклеиванием одноразовых пленочных пломб с клеймом поверителя с двух сторон в местах соединения основания и крышки прибора.

1.6.3 Общий вид приборов приведен в приложении В.

2 Использование по назначению

2.1 Требования техники безопасности

2.1.1 Все внутренние и внешние цепи прибора имеют напряжение не выше 30 В и, в соответствии с ГОСТ Р 51350-99, опасности для обслуживающего персонала не представляют.

2.2 Эксплуатационные ограничения

2.2.1 Условия эксплуатации должны соответствовать требованиям, приведенным в пунктах 1.2.4.1; 1.2.4.2. Питание приборов должно осуществляться от источников питания, перечисленных в таблице 1.1 пункта 1.3.

2.3 Подготовка к работе

Схемы использования калибраторов ИМ2390 приведены в приложении Г.

2.3.1 Установка внешнего ПО и ознакомление с его работой

2.3.1.1 Установка внешнего ПО. Вставить диск с внешним ПО (Программный комплекс IM_CALIBRATORS_US) в дисковод компьютера. Запустить программу Setup.exe на выполнение. Далее следовать указаниям программы-установщика.

2.3.1.1.1 Программный комплекс IM_CALIBRATORS_US состоит из трех программ:

- программа RCalibrator_us - для управления калибратором сопротивлений ИМ2390R;

- программа ICalibrator_us - для управления калибратором токов ИМ2390I;

- программа FCalibrator - для управления калибратором частот ИМ2390F;

2.3.1.1.2 Установить драйверы для работы конвертора USB->RS485 (находятся на диске с внешним ПО)

2.3.1.4 Ознакомление с работой внешнего ПО. Все программы снабжены подробными файлами справки. Для ознакомления с работой программ запустить перечисленные в п. 2.3.1.1.1 программы, открыть файлы справки к ним и прочесть их содержимое.

2.3.2 Подготовка калибратора сопротивлений ИМ2390R

2.3.2.1 Включение калибратора.

2.3.2.1.1 Подключить КС к ИП с помощью кабеля питания.

2.3.2.1.2 Включить ИП в сеть 220 В.

2.3.2.1.3 При включении питания на индикаторе КС на 3...4 сек. должна появиться надпись "ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ", "CR-12 V2.0 KS=FA", а после ее исчезновения

- в верхнем ряду индикатора - названия градуировок КТС (например, ТСП100)
- в нижнем ряду индикатора - значения температур.
- индикаторы тока возбуждения (светодиоды на верхней панели) должны гореть красным цветом.

2.3.2.2 Подключение к КС входов каналов ТС.

2.3.2.2.1 Подключить к выходным клеммам одного из каналов КС с соблюдением полярности вход канала термометра сопротивления (КТС) в соответствии со схемой рисунка В.1 с током возбуждения I_e , значение которого соответствует требованиям п. 1.2.1.1.3. Индикатор тока соответствующего канала на передней панели КС должен загореться зеленым цветом.

2.3.2.3 Проверка функционирования клавиатуры.

2.3.2.3.1 Касаясь пальцем клавиши режима индикации (правый верхний угол верхней панели), проверить надежность переключения режимов индикации в каналах КС и правильность их индикации. Для надежности переключения режима клавишу следует удерживать не менее 0,5 сек.

При переключении режима индикации

- в верхнем ряду индикатора всегда индицируется название выбранной градуировки термометра сопротивлений (например, "ТСП100"),
- в нижнем ряду последовательно индицируется значение температуры, или значение соответствующего сопротивления, или значение тока возбуждения.

2.3.2.3.2 Касаясь пальцем клавиш "Δ" и "∇" на верхней панели КС, проверить надежность переключения

- градуировок в каналах КС и правильность их индикации (клавиши "ГРАД").
- температур и(или) сопротивлений (клавиши "Т, R").

2.3.2.4 Перед использованием КС выдержать его во включенном состоянии не менее указанного в п. 1.2.1.3.5 времени.

2.3.2.5 Проверка функционирования внешнего ПО (программа RCalibrator_us).

2.3.2.5.1 Запустить программу RCalibrator_us.

2.3.2.5.2 Подключить калибратор к компьютеру через конвертор USB->RS485 и линию связи.

2.3.2.5.3 Подготовить программу RCalibrator_us к работе в соответствии с рекомендациями файла-справки к программе. Дальнейшие действия производить, руководствуясь указаниями файла-справки.

2.3.2.5.4 Произвести запись произвольных сопротивлений (в диапазоне 1 ... 1000 Ом) в каналы калибратора. Значения, задаваемые программой RCalibrator_us и индицируемые калибратором ИМ2390R должны совпадать.

2.3.2.5.5 Открыть окно установок пользователя. Внести изменения, если необходимо, в таблицу установок пользователя и записать установки пользователя в калибратор. Перебирая с помощью клавиатуры калибратора калибровки ТС, температуры (и сопротивления), сравнить индицируемые калибратором значения с содержащимися в таблице на экране компьютера. Значения, заданные программой RCalibrator_us и индицируемые калибратором ИМ2390R должны совпадать.

2.3.3 Подготовка калибратора токов ИМ2390I

2.3.3.1 Включение калибратора.

2.3.3.1.1 Подключить КТ к ИП с помощью кабеля питания.

2.3.3.1.2 Включить ИП в сеть 220 В.

2.3.3.2 При включении питания

- должен работать вентилятор на задней стенке корпуса калибратора.
- на индикаторе калибратора на 4 сек. должна появиться надпись "ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ", "CI-11 V2.0 KS=8C", а после ее исчезновения - значения номинальных токов в каналах.

2.3.3.3 При подключении к выходным клеммам каналов сопротивлений нагрузки, значения которых соответствуют требованиям п. 1.2.2.1.3, должен загореться индикатор нагрузки соответствующего канала (красный светодиод на верхней панели КТ).

2.3.3.4 Проверить функционирования клавиатуры. Касаясь пальцем клавиш "Δ" и "∇" на верхней панели КТ, проверить надежность переключения токов в каналах КТ и правильность их индикации.

2.3.3.5 Перед использованием КТ выдержать его во включенном состоянии не менее указанного в п. 1.2.2.3.6 времени.

2.3.2.5 Проверка функционирования внешнего ПО (программа ICalibrator_us).

2.3.2.5.1 Запустить программу ICalibrator_us.

2.3.2.5.2 Подключить калибратор к компьютеру через конвертор USB->RS485 и линию связи.

2.3.2.5.3 Подготовить программу ICalibrator_us к работе в соответствии с рекомендациями файла-справки к программе. Дальнейшие действия производить, руководствуясь указаниями файла-справки.

2.3.2.5.4 Произвести запись произвольных токов (в диапазоне от 0 до 24 мА) в каналы калибратора. Значения, задаваемые программой ICalibrator_us и индицируемые калибратором ИМ2390I должны совпадать.

2.3.2.5.5 Открыть окно установок пользователя. Внести изменения, если необходимо, в таблицу установок пользователя и записать установки пользователя в калибратор. Перебирая с помощью клавиатуры калибратора токи в каналах, сравнить индицируемые калибратором значения с содержащимися в таблице на экране компьютера. Значения, заданные программой ICalibrator_us и индицируемые калибратором ИМ2390I должны совпадать.

2.3.4 Подготовка калибратора частот ИМ2390F

2.3.4.1 Включение калибратора.

2.3.4.1.1 Подключить КЧ к ИП с помощью кабеля питания.

2.3.4.1.2 Включить ИП в сеть 220 В.

2.3.4.2 При включении питания на индикаторе калибратора на 1-2 сек. должна появиться надпись "ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ", "CF-0A V1.0 KS=5D", а после ее исчезновения - значения параметров генерации в канале K1.

2.3.4.3 Проверить функционирования клавиатуры. Касаясь пальцем клавиш "Δ" и "∇" на верхней панели КЧ, проверить надежность переключения каналов, частоты и числа импульсов в каналах и правильность их индикации, а также выбора типа и полярности выходов.

2.3.4.4 Перед использованием КЧ выдержать его во включенном состоянии не менее указанного в п. 1.2.3.3.3 времени.

2.3.2.5 Проверка функционирования внешнего ПО (программа FCalibrator).

2.3.2.5.1 Запустить программу FCalibrator.

2.3.2.5.2 Подключить калибратор к компьютеру через конвертор USB->RS485 и линию связи.

2.3.2.5.3 Подготовить программу FCalibrator к работе в соответствии с рекомендациями файла-справки к программе. Дальнейшие действия производить, руководствуясь указаниями файла-справки.

2.3.2.5.4 Произвести запись произвольных параметров (частот, числа импульсов, режима генерации и полярности выходов) в каналы калибратора. Значения, задаваемые программой FCalibrator и индицируемые калибратором ИМ2390F должны совпадать.

2.3.2.5.5 Открыть окно установок пользователя. Внести изменения, если необходимо, в таблицы установок пользователя и записать установки пользователя в калибратор. Перебирая с помощью клавиатуры калибратора параметры в каналах, сравнить индицируемые калибратором значения с содержащимися в таблицах на экране компьютера. Значения, заданные программой FCalibrator и индицируемые калибратором ИМ2390F должны совпадать.

2.4 Использование изделия

2.4.1 Использование калибратора сопротивлений ИМ2390R

2.4.1.1 Подключить выходы каналов КС к соответствующим входам КТС с соблюдением полярности. Схема включения калибратора приведена на рисунке В.1.

2.4.1.2 Установить нужные значения сопротивлений в каналах калибратора и проверить показания канала ТС.

2.4.1.3 Допускается подключение каналов ТС с током возбуждения 0,2 ... 5 мА.

2.4.2. Использование калибратора токов ИМ2390I

2.4.2.1 Подключить выходы каналов калибратора к соответствующим входам УТК с соблюдением полярности. Схема включения калибратора тока приведена на рисунке В.2.

2.4.2.2 Установить нужные значения токов в каналах калибратора и проверить показания УТК.

2.4.2.3 Допускается подключение унифицированных токовых каналов 0 ... 5 мА, 0 ... 20 мА, 4 ... 20 мА.

2.4.3 Использование калибратора частот ИМ2390F

2.4.3.1 Подключить выходы каналов калибратора к соответствующим входам ЧИК с соблюдением полярности. Значения нагрузок должны соответствовать требованиям п. 1.2.3.1.12. Схема включения калибратора частот приведена на рисунке В.3.

2.4.3.2 Установить нужные значения параметров в каналах калибратора и проверить показания ЧИК.

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

3.1.1 В процессе эксплуатации составные части калибраторов в специальном техническом обслуживании не нуждаются, за исключением проведения периодической поверки (технического освидетельствования) органами Госстандарта.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Все внутренние и внешние цепи прибора имеют напряжение не выше 30 В и, в соответствии с ГОСТ Р 51350-99, опасности для обслуживающего персонала не представляют.

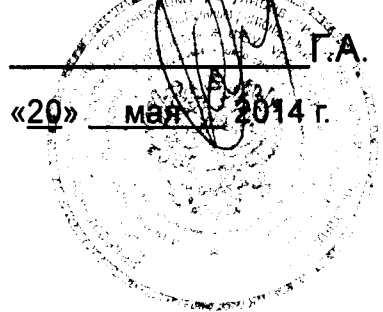
УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ФБУ «УРАЛТЕСТ»

Г.А. Шахалевич

«20» мая 2014 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор

ООО «НПП Интромаг»

В.П. Зеленин_____
2014 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Калибраторы ИМ2390**Методика поверки**

Исполнитель:

И.о. начальника отдела испытаний средств измерений и
стандартных образцов, аттестации методик измерений
ФБУ «УРАЛТЕСТ»

Н.А. Перевалова

Екатеринбург
2014

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на калибраторы ИМ2390 (далее – калибраторы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 2 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1. Операции поверки

Наименование операции	№ п. документа по поверке	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	+	+
Опробование	7.2	+	+
Определение погрешности воспроизведения электрического сопротивления	7.3	+	+
Определение погрешности воспроизведения сигналов термометров сопротивления	7.4	+	+
Определение погрешности воспроизведения постоянного тока	7.5	+	+
Определение погрешности воспроизведения частоты	7.6	+	+
Определение погрешности генерации числа импульсов	7.7	+	+

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть использованы средства поверки, указанные в таблице 2. Схемы подключения измерительного оборудования к калибраторам ИМ2390 приведены в приложении Д.

Таблица 2. Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип средства поверки и его основные характеристики
7.3.1	мультиметр цифровой Keithley 2002: 0 – 20 В: $\pm (12,6 \cdot 10^{-6} + 0,15 \cdot 10^{-6} \cdot (20/M))$, %; 0 – 2 кОм: $\pm (15,4 \cdot 10^{-6} + 0,4 \cdot 10^{-6} \cdot (2/M))$, %;
7.3.2	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15: $\pm (0,008 + 10^{-5}t)$ °С.
7.3.3	мультиметр цифровой Keithley 2002: 0 – 20 В: $\pm (12,6 \cdot 10^{-6} + 0,15 \cdot 10^{-6} \cdot (20/M))$, %; мера электрического сопротивления R3030: 1000 Ом
7.3.4 – 7.3.5	частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/3: $\delta f_{\text{кварц.генер}} = 1 \cdot 10^{-7}$ за год; счёт импульсов: от 0 до $6,8 \cdot 10^6$ имп ± 1 имп; частота: от 1 до 900 Гц $\pm 0,1$ %.

3.2 Средства измерений, применяемые для поверки, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

3.3 Для проведения поверки допускается применение других средств измерений, не приведенных в таблице 2, при условии обеспечения ими необходимой точности измерений.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие Руководство по эксплуатации на калибраторы и аттестованные в качестве поверителей средств измерений электрических и радиотехнических величин в порядке, устанавливаемом Росстандартом, и имеющие группу допуска по электробезопасности не ниже III.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

В целях обеспечения требований по электробезопасности при работе в электроустановках и проведении испытаний, необходимо перед началом проверок подключить защитное заземление.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 25 ± 10 .

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра ИМ2390 следует убедиться в отсутствии механических повреждений корпуса. Контрольная пломба не должна быть повреждена или нарушена.

7.2 Опробование

При проведении опробования проверяется работоспособность калибраторов, а так же производится идентификация их программного обеспечения.

Для проверки работоспособности калибраторов необходимо подключить их к сети питания и собрать схему поверки. Установить на калибраторе одну из поверяемых точек и нажать кнопку «Старт». На экране измерителя должны появиться показания прибора.

Идентификация встроенного программного обеспечения производится сразу после подключения питания калибраторов. На экране появляется наименование ПО и номер его версии. Они должны совпадать с указанными в таблице 3.

Идентификация устанавливаемого ПО производится после запуска ПО на компьютере. В пункте меню «Помощь» выбирается подпункт «О программе». В появившемся окне появляются наименование ПО и номер его версии. Они должны совпадать с указанными в таблице 3.

Таблица 3. Идентификационные данные ПО калибраторов ИМ2390.

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Устанавливаемое ПО				
RCalibrator_ct	—	1.1.9	—	—
ICalibrator_ct	—	1.3.8	—	—
FCalibrator	—	1.1.8	—	—
Встроенное ПО				
CR-12	—	2.0	0xFA	по мод.256
CI-11	—	2.0	0x8C	по мод.256
CF-OA	—	1.0	0x5D	по мод.256

Если один из пунктов не может быть выполнен, то прибор бракуется и дальнейшая поверка не продолжается.

7.3 Определение метрологических характеристик.

7.3.1 Определение погрешности воспроизведения электрического сопротивления.

Абсолютная погрешность воспроизведения электрического сопротивления определяется методом прямых измерений, путем подключения к выходам калибратора эталонного измерителя сопротивления.

Поверка проводится в точках: 1; 25; 50; 75 и 100 Ом для диапазона (1 – 100) Ом и в точках 100; 250; 500; 750 и 1000 Ом для диапазона (100 – 1000) Ом.

Абсолютная погрешность измерений не должна превышать $\pm 0,01$ Ом для диапазона (1 – 100) Ом и $\pm 0,0001 \cdot R_x$, для диапазона (100 – 1000) Ом, где R_x – заданное значение сопротивления. В противном случае калибратор бракуется и дальнейшая поверка не продолжается.

7.3.2 Определение погрешности воспроизведения сигналов термометров сопротивления.

Определение погрешности воспроизведения сигналов термометров сопротивления производится методом прямых измерений, путем подключения калибратора к эталонному многоканальному измерителю температуры.

Поверка производится в точках 5 % и 95 % от диапазона измерений для каждой градуировки термометров сопротивления.

Погрешность воспроизведения сигналов термометров сопротивления не должна превышать значений, указанных в ТУ для каждой градуировки. В противном случае калибратор бракуется.

7.3.3 Определение погрешности воспроизведения постоянного тока

Определение погрешности воспроизведения тока производится методом прямых измерений, путем подключения калибратора к образцовому измерителю тока.

Измерения проводятся в точках: 5; 10; 15; 20; 24 мА.

Абсолютная погрешность измерений не должна превышать ± 2 мкА. В противном случае калибратор бракуется.

7.3.4 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты

Погрешность воспроизведения частоты определяется методом прямых измерений, путем подключения эталонного частотомера к выходам калибратора ИМ2390F.

Измерения производятся в точках 10; 100; 1000; 10000 Гц.

Относительная погрешность воспроизведения частоты должна быть не более $\pm 0,01$ %. В противном случае калибратор бракуется и дальнейшая поверка не производится.

7.3.5 Определение погрешности генерации импульсов

Погрешность генерации импульсов определяется методом прямых измерений путем подключения к выходу калибратора счетчика импульсов.

Измерения производятся при следующих значениях количества импульсов в пакете: 1000; 100; 10. Измеренное число импульсов в пакете не должно отличаться от заданного. В противном случае калибратор бракуется.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки заносят в протокол поверки, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Е.

При положительном результате первичной поверки в паспорт калибраторов вносится запись с указанием даты поверки и наносится поверительное клеймо с указанием ФИО поверителя и поверяющей организации.

При положительном результате периодической поверки выписывается свидетельство о поверке.

При отрицательном результате поверки выписывается извещение о непригодности с указанием причин непригодности.

4 Хранение

4.1 Условия хранения калибраторов в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать группе условий «Л» ГОСТ 15150-69.

4.2 В местах хранения не допускается наличие паров ртути, щелочей и других химических веществ, вызывающих коррозию.

5 Транспортирование

5.1 Приборы в упаковке транспортируются любым видом закрытого транспорта, в том числе и воздушным транспортом в отапливаемых герметизированных отсеках в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.

Способ укладки ящиков на транспортное средство должен исключать возможность их перемещения.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

При транспортировании приборов ж.д. транспортом вид отправки - мелкая или малотоннажная.

Срок пребывания приборов в соответствующих условиях транспортирования не более 3 мес.

Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов должны соответствовать условиям хранения по ГОСТ Р 52931-2008.

5.2 После транспортирования при отрицательных температурах необходима выдержка приборов в упаковке не менее 12 часов при температуре от плюс 15 до 25 °С и влажности окружающего воздуха до 80 %.

6 Утилизация

6.1 Утилизация приборов производится по инструкции эксплуатирующей организации.

7 Условные обозначения и сокращения

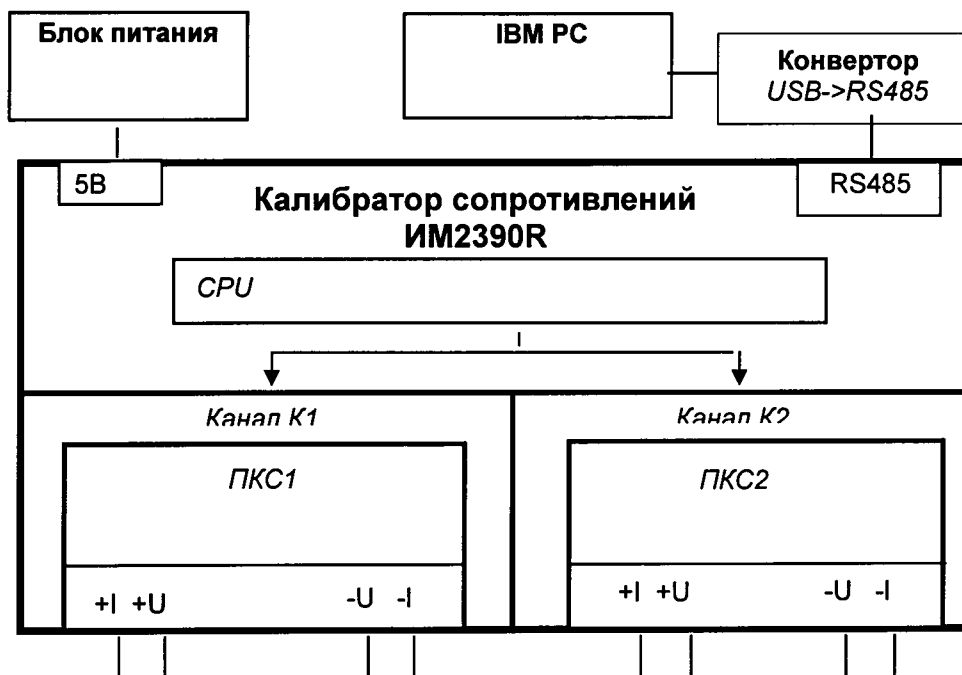
Принятые в тексте настоящих ТУ сокращения перечислены в таблице 7.1

Таблица 7.1

калибратор сопротивлений ИМ2390R	КС
калибратор токов ИМ2390I	КТ
калибратор частот ИМ2390F	КЧ
блок питания	БП
программный комплекс "IM_CALIBRATORS_US"	ПК
термометр сопротивления	ТС
канал термометра сопротивления	КТС
унифицированный токовый канал	УТК
число-импульсный (частотный) канал	ЧИК
программа управления	ПУ

Приложение А

Структурные схемы калибраторов



Условные обозначения:

IBM PC - компьютер;

CPU - микропроцессор;

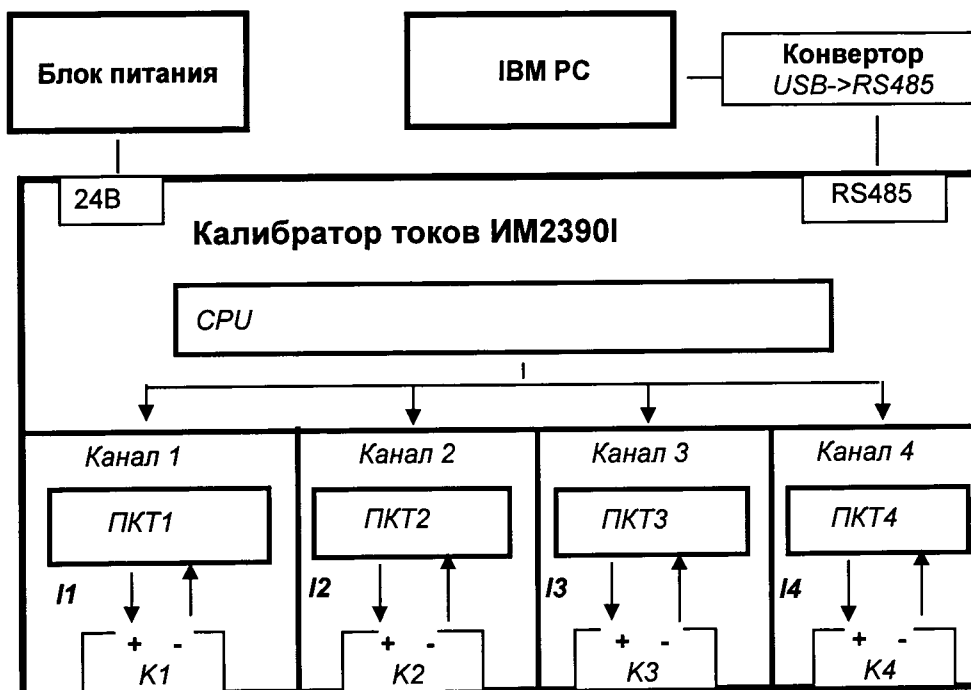
ПКС - цифро-аналоговый преобразователь кода в сопротивление;

K1, K2 - выходы каналов;

RS485 - клеммы интерфейса RS485;

5 В - клеммы подключения питания.

Рисунок А.1 Схема структурная калибратора сопротивлений ИМ2390R



Условные обозначения:

IBM PC - компьютер;

CPU - микропроцессор;

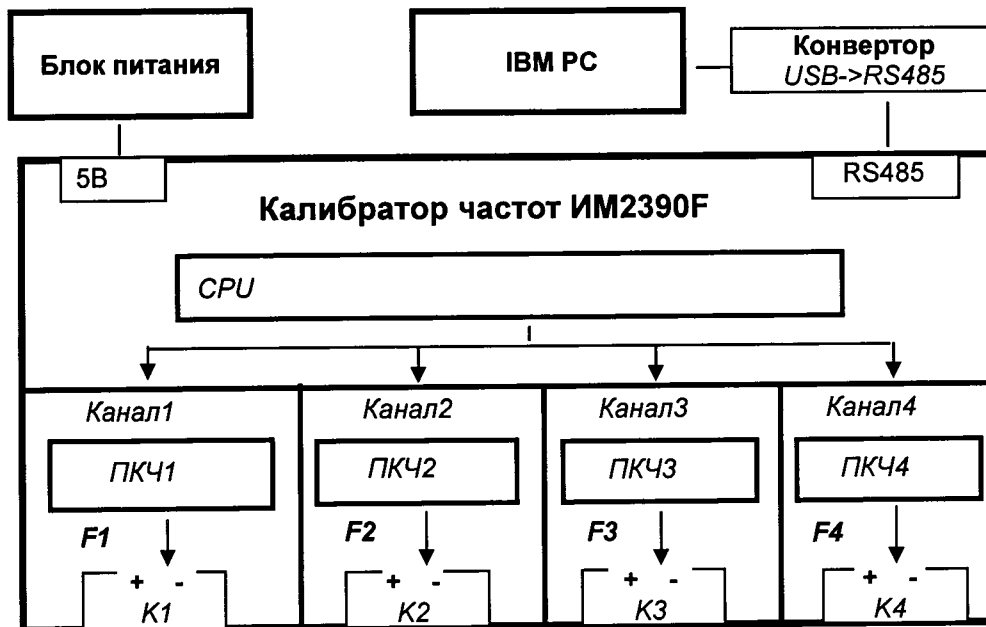
ПКТ - 16-разрядный преобразователь кода в ток;

K1, K2, K3, K4 - токовые выходы каналов;

RS485 - клеммы интерфейса RS485;

24 В - клеммы подключения питания.

Рисунок А.2 Схема структурная калибратора токов ИМ2390I



Условные обозначения:

IBM PC - компьютер;

CPU - микропроцессор;

ПКЧ - 32-разрядный преобразователь кода в частоту;

K1, K2; K3; K4 - выходы каналов;

RS485 - клеммы интерфейса RS485;

5 В - клеммы подключения питания.

Рисунок А.3 Схема структурная калибратора частот ИМ2390F.

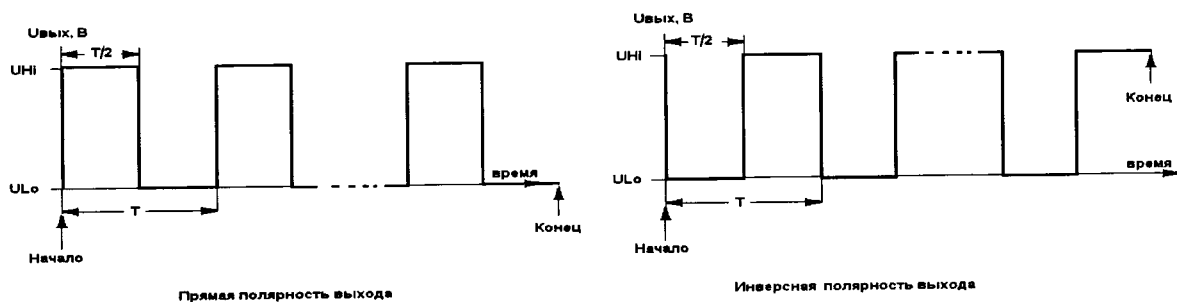


Рисунок А.4 Формы выходного сигнала при прямой и инверсной полярности выхода каналов калибратора частот ИМ2390F.

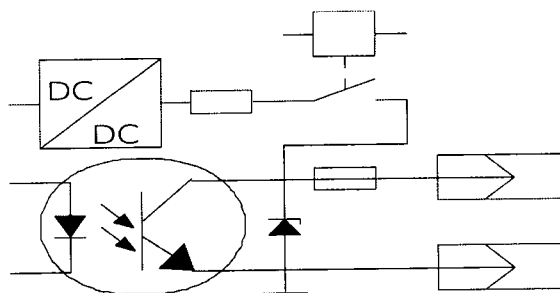


Рисунок А.5 Схема формирования выходного сигнала при активном ("Ак") и пассивном ("Пас") типах выходов калибратора ИМ2390F. Активный режим - контакты реле замкнуты; Пассивный режим - контакты реле разомкнуты.

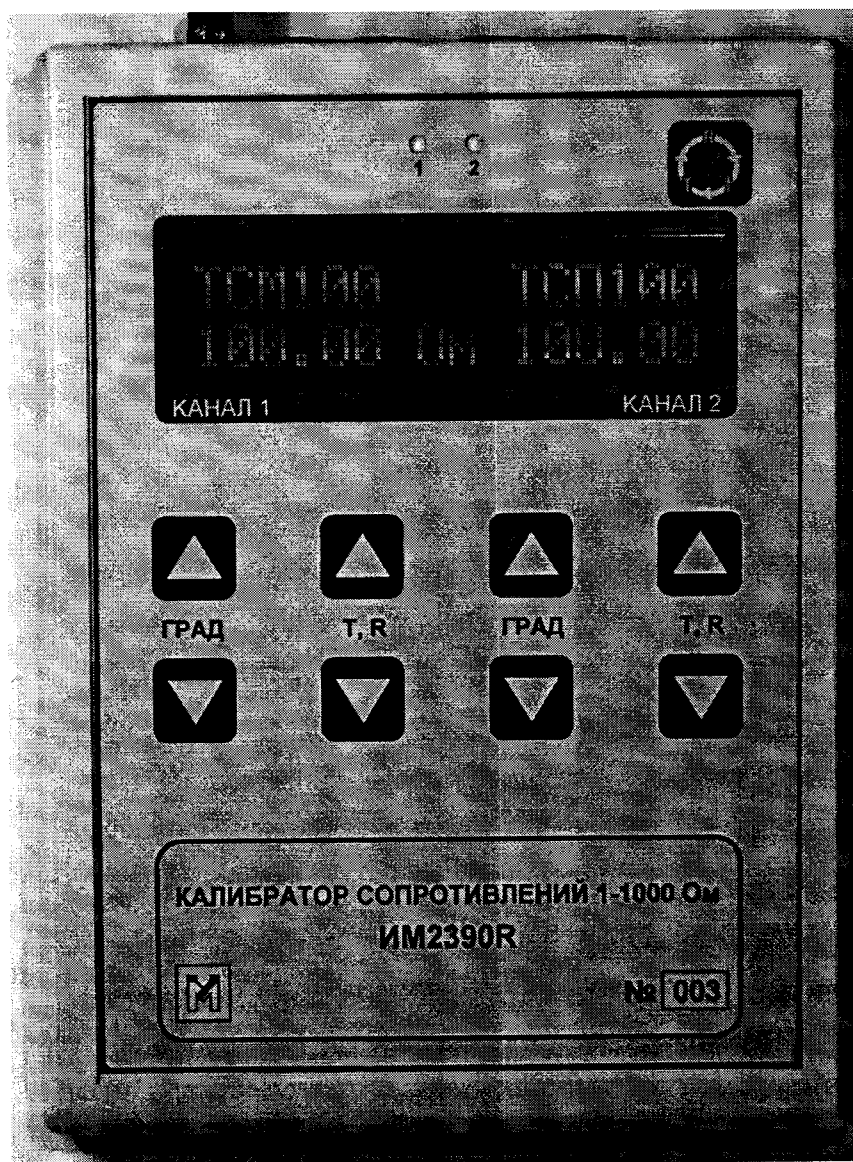
Приложение Б

Погрешности dT_x воспроизведения температуры для разных калибровок
термометров сопротивления (ТС)

	Калибровка ТС							
	TSM50	TSM100	TСП50	TСП100	TСП500	Pt50	Pt100	Pt500
W100	1,4280		1,3910			1,3850		
t, град.С	Пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения температуры, град.С							
-50	0,05	0,03	0,05	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02
0	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03
50	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03
100	0,05	0,04	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03
150	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04
200	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04
250			0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
300			0,05	0,05		0,05	0,05	
350			0,06	0,06		0,06	0,06	
400			0,06	0,06		0,06	0,06	
450			0,07	0,07		0,07	0,07	
500			0,07	0,07		0,07	0,07	

Приложение В

Общий вид и органы управления калибраторов



Кнопки ГРАД - выбор градуировок в каналах К1 и К 2;

Кнопки T, R - выбор значения температуры или сопротивления канала;

Индикатор - индикация градуировок(верхняя строка) и температур, сопротивлений или токов возбуждения(нижняя строка) в каналах;

Кнопка TRI - выбор индицируемого параметра в нижней строке индикатора;

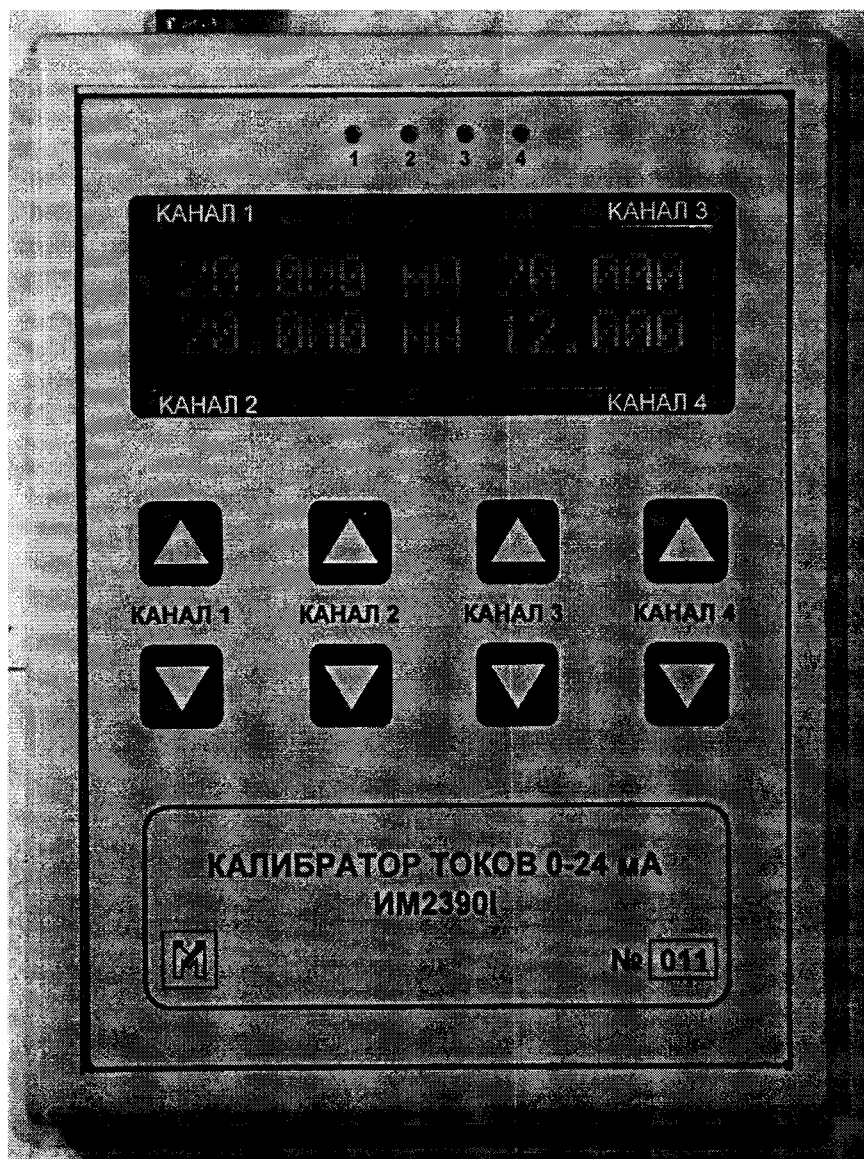
Светодиоды 1, 2 -зеленый цвет - индикация наличия тока возбуждения 0,2... 5 мА в каналах;

красный цвет - ток возбуждения отсутствует, неверной полярности или вне диапазона 0,2 ... 5 мА.

Рисунок В.1 Общий вид и органы управления калибратора сопротивлений IM2390R.

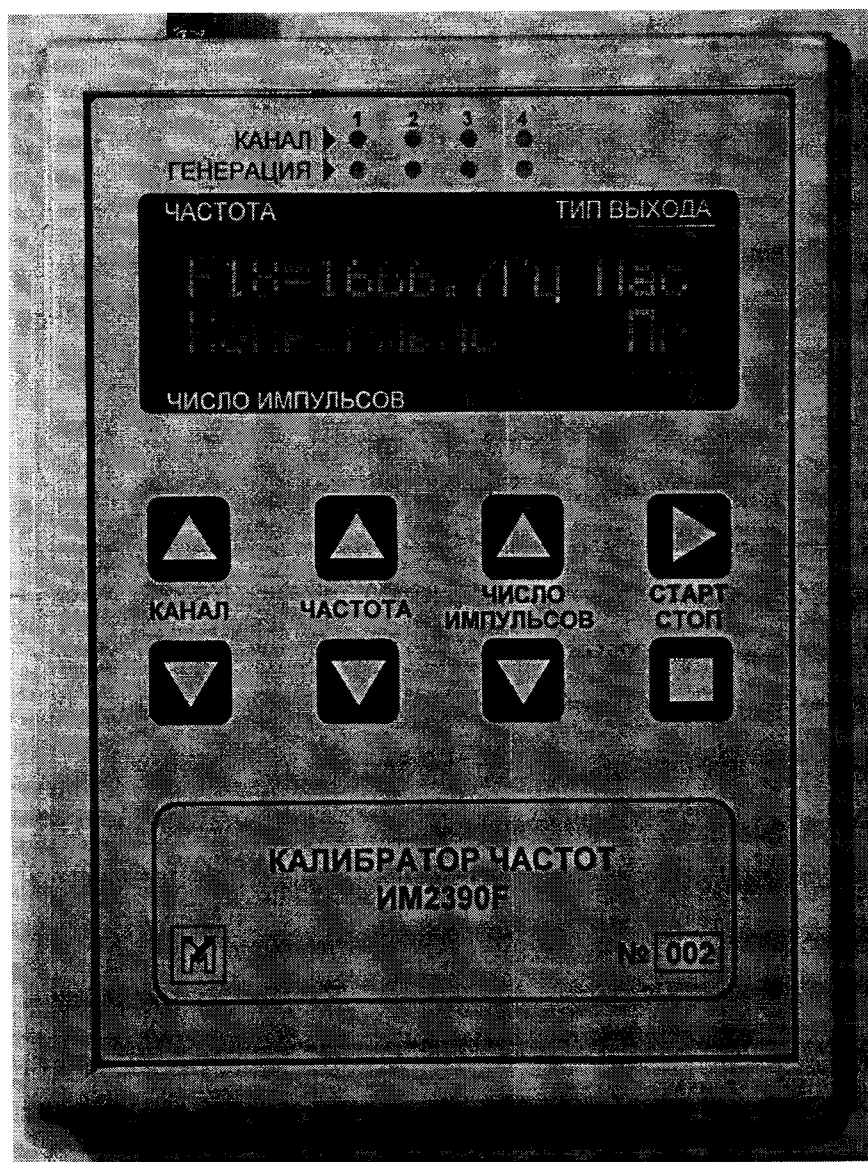
Кнопки КАНАЛ 1, 2, 3, 4 - выбор тока выхода в каналах;
Светодиоды 1, 2, 3, 4 - индикация подключения нагрузки в каналах;
Индикатор - индикация значений тока в каналах.

Рисунок В.2 Общий вид и органы управления калибратора токов ИМ2390I.



Кнопки КАНАЛ - выбор канала для установки параметров;
Светодиоды КАНАЛ - индикация выбранного канала;
Кнопки ЧАСТОТА и ЧИСЛО ИМПУЛЬСОВ - для установки частоты и числа импульсов выбранного канала;
Кнопка СТАРТ - запуск генерации во всех каналах;
Светодиоды ГЕНЕРАЦИЯ - индикация генерации в каналах после старта;
Кнопка СТОП - останов генерации после старта или установка типа выхода в выбранном канале;
Индикатор - индикация параметров выбранного канала.

Рисунок В.3 Общий вид и органы управления калибратора частот ИМ2390F.



Приложение Г

Схемы использования калибраторов ИМ2390 по назначению

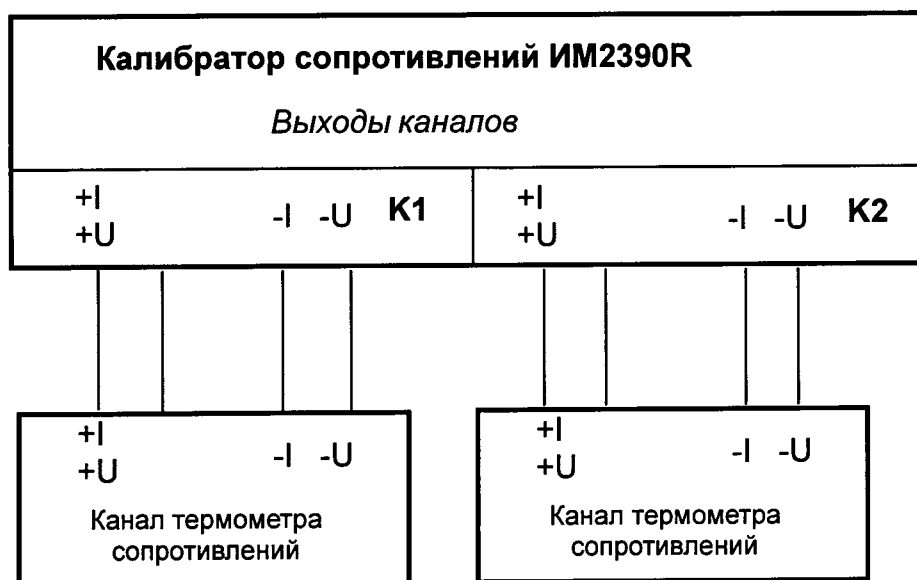


Рисунок Г.1 Схема подключения калибратора ИМ2390R к входам каналов термометров сопротивлений (ТС).

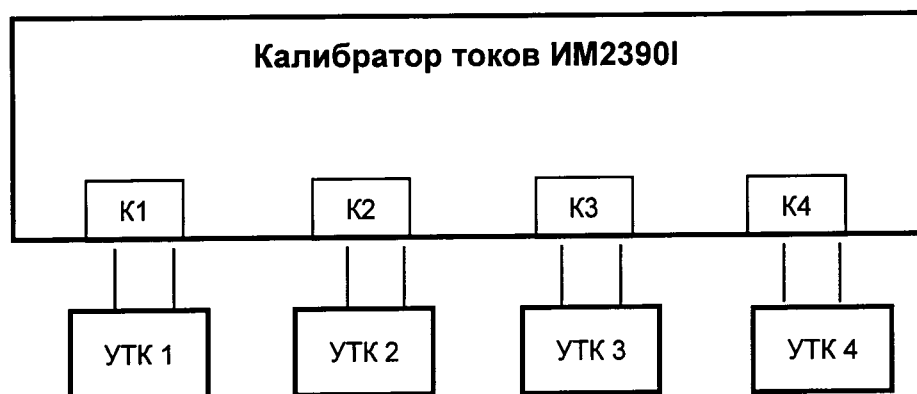


Рисунок Г.2 Схема подключения калибратора ИМ2390I к входам унифицированных токовых каналов (УТК).

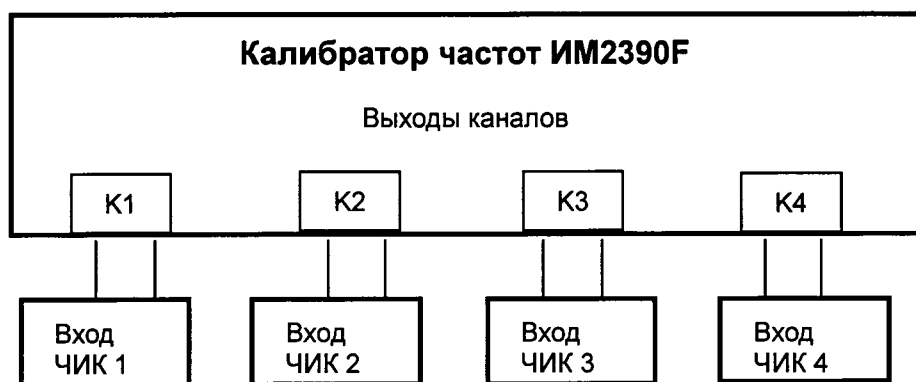


Рисунок Г.3 Схема подключения калибратора ИМ2390F к входам число-импульсных(частотных) каналов (ЧИК)

Приложение Д

Схемы подключения измерительного оборудования к калибраторам ИМ2390

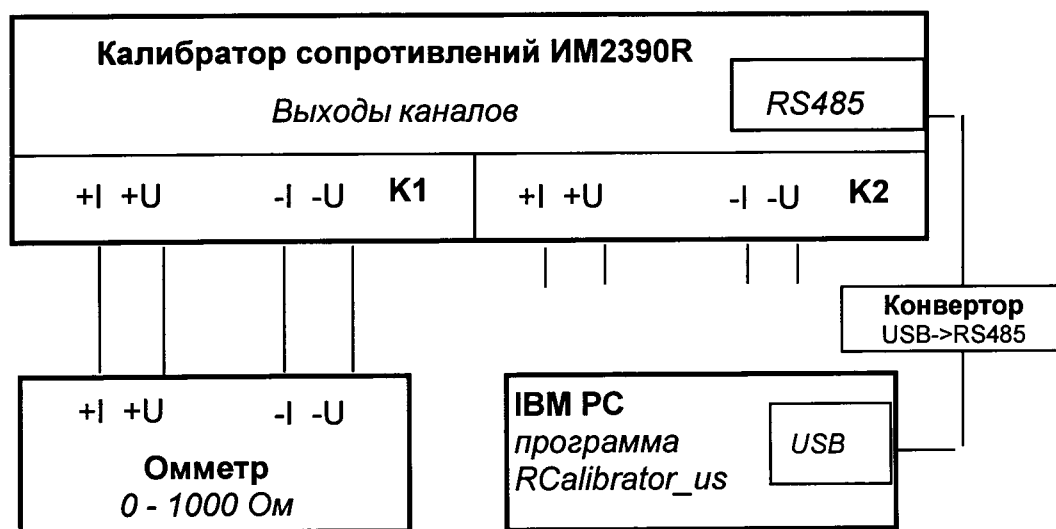


Рисунок Д.1 Схема подключения измерительного оборудования для измерения погрешностей КС ИМ2390R.

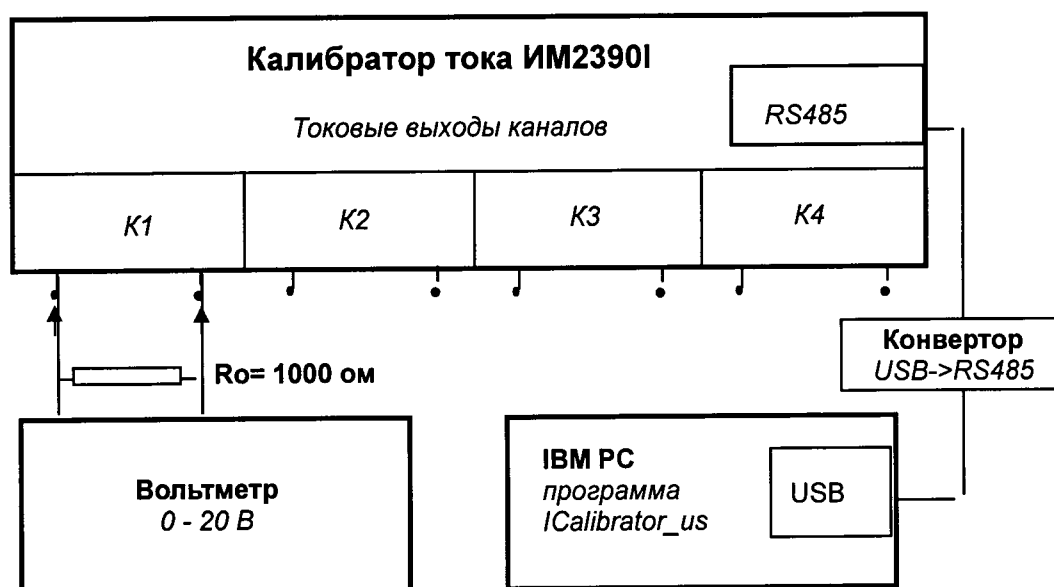


Рисунок Д.2 Схема подключения измерительного оборудования для измерения погрешностей КТ ИМ2390I.

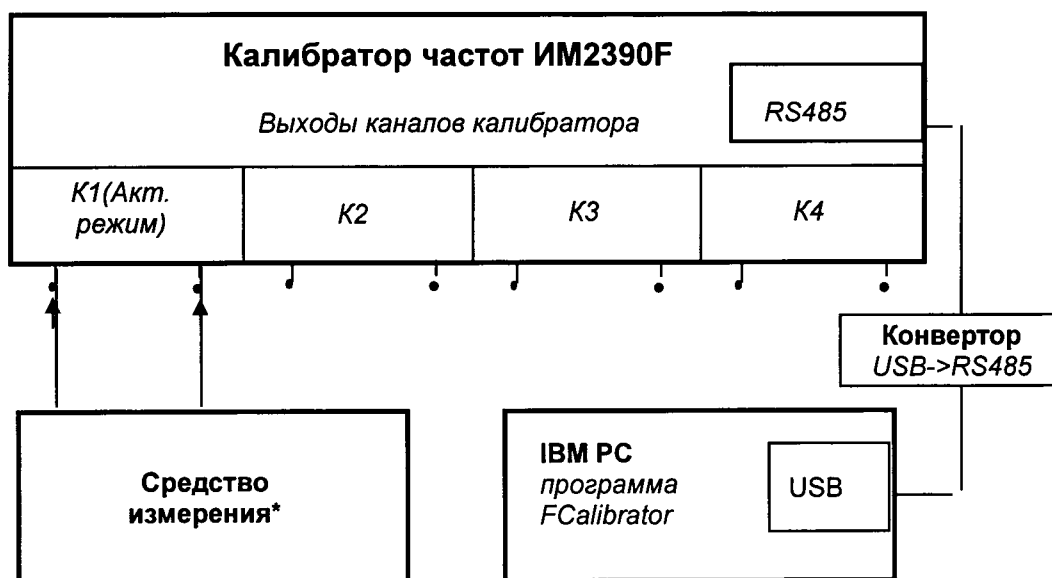


Рисунок Д.3 Схема подключения измерительного оборудования для измерения погрешностей КЧ ИМ2390F.

* Средство измерения:

- Частотомер - для измерения частоты генерации;
- Счетчик импульсов - для измерения количества импульсов;
- Вольтметр - для измерения уровня напряжения на выходе.

Приложение Е

Таблица Е.1. Определение погрешности воспроизведения электрического сопротивления.

$R_{уст}, \text{ Ом}$	$R_{изм}, \text{ Ом}$		$R_{доп}, \text{ Ом}$	
	R_1	R_2	R_{min}	R_{max}
1			0,99	1,01
25			24,99	25,01
50			49,99	50,01
75			74,99	75,01
100			99,99	100,01
250			249,975	250,025
500			499,95	500,05
750			749,925	750,075
1000			999,9	1000,1

Таблица Е.2. Определение погрешности воспроизведения постоянного тока

$I_{эт}, \text{ мА}$	$I_{изм}, \text{ мА}$				$\Delta_{доп}, \text{ мкА}$
	1	2	3	4	
5					± 2
10					± 2
15					± 2
20					± 2
24					± 2

Таблица Е.3. Определение относительной погрешности воспроизведения частоты

$f_{эт}, \text{ Гц}$	Измеренные значения, Гц				$\delta_{доп}, \%$
	f_1	f_2	f_3	f_4	
10					$\pm 0,01$
100					$\pm 0,01$
1000					$\pm 0,01$
10000					$\pm 0,01$

Таблица Е.4. Определение погрешности генерации импульсов

$N, \text{ шт}$	Измеренные значения, шт			
	1	2	3	4
1000				
100				
10				

Заключение: