

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Частотомеры электронно-счетные АКИП-5102, АКИП-5102/1

Назначение средства измерений

Частотомеры электронно-счетные АКИП-5102, АКИП-5102/1 (далее частотомеры) предназначены для измерения частоты, периода, количества импульсов, пикового напряжения синусоидальных или импульсных сигналов, а в модели АКИП-5102 дополнительно: временного интервала, длительности импульсов, фазового сдвига между сигналами, отношения частот, коэффициента заполнения импульсов, времени нарастания и времени спада.

Описание средства измерений

Электронно-счетные частотомеры АКИП-5102, АКИП-5102/1 используют технологию цифровой обработки сигнала в реальном времени, которая применяется для одновременного анализа потока входных данных, вычислений и получения новых показаний индикатора. Частотомеры выполнены в металлическом корпусе, имеют съемные демпфирующие накладки, поворотную ручку-подставку. На передней панели частотомеров расположены: 12-разрядный матричный индикатор, кнопка включения питания, органы управления измерениями, настройками и дополнительными режимами, ряд контекстных кнопок, входные разъемы, цифровая клавиатура и курсорные кнопки. Частотомеры имеют встроенный кварцевый генератор с тактовой частотой 10 МГц. Стабильность по частоте кварцевого генератора определяется установленной опцией.

На задней панели частотомеров расположены – разъем для подключения сетевого кабеля, входной разъем внешнего запуска, вход 10 МГц для подключения внешнего источника тактовой частоты 10 МГц, выход 10 МГц с внутреннего опорного генератора, интерфейсы дистанционного управления USB и LAN, гнездо для установки опционального интерфейса.

Частотомеры имеют возможность модернизации путем установки следующих опций:

- установка одной из опций опорного генератора;
- установка дополнительного интерфейса управления GPIB;
- расширение частотного диапазона третьего канала до 20 ГГц (только в модели АКИП-5102);
- исключение третьего канала (только в модели АКИП-5102).

Модернизация осуществляется заводом-изготовителем или специализированным сервис-центром. Об установленной опции свидетельствует наклейка на задней панели частотомера.

При выполнении измерений обеспечивается математическая и статистическая обработка результата измерения: среднее, минимальное, максимальное и относительное значения, СКО, девиация Аллана.

Модификации (модели) частотомеров различаются числом измерительных входов, частотным диапазоном и измерительными функциями.

Фотография общего вида представлена на рисунке 1. На рисунке 2 представлен вид задней панели частотомеров.



Рисунок 1. Фотография общего вида частотомеров



Рисунок 2. Задняя панель частотомеров

* - Место пломбирования приборов.

Метрологические и технические характеристики

1 Основные отличия в моделях:

Таблица 1

Характеристики	АКИП-5102/1	АКИП-5102	АКИП-5102 с опцией 0
Число каналов	1	3	2
Диапазоны измерения частоты	1 канал: от 1 МГц до 400 МГц	2 канала: от 1 МГц до 400 МГц 1 канал: 375 МГц до 6 ГГц с возможностью расширения до 20 ГГц	2 канала: от 1 МГц до 400 МГц
Измерительные функции	Частота, период, количество импульсов, пиковое напряжение	Частота, период, количество импульсов, длительность импульсов, временные интервалы, отношение частот, время нарастания и спада, фазовый сдвиг, пиковое напряжение	

2 Характеристики Канала 1 для АКПП-5102/1 и Каналов 1 и 2 для АКПП-5102

2.1 Диапазоны измеряемых частот:

Связь DC: от 1 мГц до 400 МГц,

Связь по входу АС: от 200 кГц до 400 МГц (входное сопротивление 50 Ом),

Связь по входу АС: от 30 Гц до 400 МГц (входное сопротивление 1 МОм)

2.2 Диапазоны измеряемых периодов

Связь DC: от 2,5 нс до 1000 с,

Связь по входу АС: от 2,5 нс до 5 мкс (входное сопротивление 50 Ом),

Связь по входу АС: от 2,5 нс до 33 мс (входное сопротивление 1 МОм)

2.3 Диапазоны уровней входного синусоидального сигнала (чувствительность):

от 20 мВ_{скз} до 5 В_{скз} в диапазоне частот от 1 мГц до 225 МГц,

от 30 мВ_{скз} до 5 В_{скз} в диапазоне частот от 225 мГц до 400 МГц

2.4 Диапазоны уровней входного импульсного сигнала (чувствительность):

от 80 мВпик-пик до 10 Впик-пик в диапазоне длительности импульсов от 1,5 нс до 10 нс,

от 50 мВпик-пик до 10 Впик-пик в диапазоне длительности импульсов > 10 нс

2.5 Входное сопротивление: 1 МОм/24 пФ или 50 Ом

2.6 Входной аттенюатор: x1 или x10

2.7 Фильтр нижних частот: 100 кГц

2.8 Уровень внутренних шумов: 200 мкВ_{скз}

2.9 Уровень синхронизации: от - 5В до +5В

2.10 Абсолютная погрешность установки уровня синхронизации $U_{\text{синхр}}$:

$$\Delta U_{\text{синхр}} = \pm(0,01 \cdot U_{\text{синхр}} + 15 \text{ мВ}) \quad (1)$$

3 Характеристики Канала 3 для частотомеров АКПП-5102

3.1 Диапазоны измеряемых частот (периодов):

от 375 МГц до 6 ГГц стандартно (от 2,66 нс до 166,66 пс),

от 250 МГц до 20 ГГц с опцией (от 0,4 нс до 50 пс).

3.2 Диапазоны уровней входного сигнала:

- 16 дБм ... +15 дБм для частот от 375 МГц до 500 МГц

- 20 дБм ... +15 дБм для частот от 500 МГц до 1 ГГц

- 23 дБм ... +15 дБм для частот от 1 ГГц до 2 ГГц

- 25 дБм ... +15 дБм для частот от 2 ГГц до 4 ГГц

- 21 дБм ... +15 дБм для частот от 4 ГГц до 5 ГГц

- 20 дБм ... +15 дБм для частот от 5 ГГц до 5,5 ГГц

- 17 дБм ... +15 дБм для частот от 5,5 ГГц до 6 ГГц.

3.3 Диапазоны уровней входного сигнала с опцией opt02:

- 22 дБм ... +23 дБм для частот от 250 МГц до 500 МГц

- 27 дБм ... +23 дБм для частот от 500 МГц до 14 ГГц

- 21 дБм ... +23 дБм для частот от 14 ГГц до 15 ГГц

- 19 дБм ... +23 дБм для частот от 15 ГГц до 16 ГГц

- 17 дБм ... +23 дБм для частот от 16 ГГц до 19 ГГц

- 13 дБм ... +23 дБм для частот от 19 ГГц до 20 ГГц.

3.3 Входное сопротивление: 50 Ом.

4 Характеристики измерительных функций

4.1 Диапазон измерения длительности импульсов: от 1,5 нс до 10^5 с.

4.2 Диапазон временных интервалов между сигналами, поступающими на вход 1 и 2: от - 0,5 нс до 10^5 с.

4.3 Диапазон измерения коэффициента заполнения импульсов (для входов 1 и 2): от 0 до 1.

4.4 Диапазон измерения разности фаз двух синхронных синусоидальных сигналов- вход 1 относительно входа 2 (в диапазоне частот до 300 МГц): от -180° до 360° .

4.5 Диапазон измерения отношения частот: от 10^{-10} до 10^{11} .

4.6 Диапазон измерения времени нарастания и спада импульсного сигнала (для входов 1 и 2): от 2 нс до 10^5 с.

4.7 Диапазон измерения пикового напряжения (до 300 МГц): от -5,1 В до +5,1 В.

4.8 Диапазон измерения количества импульсов: от 0 до 10^{15} .

5 Характеристики внутреннего кварцевого генератора

5.1 Номинальное значение частоты внутреннего кварцевого генератора 10 МГц.

5.2 Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте за год d_0

Таблица 2

Тип внутреннего кварцевого генератора	d_0
Стандартный	$\pm 1 \times 10^{-6}$
Опция 100	$\pm 2 \times 10^{-7}$
Опция 101	$\pm 5 \times 10^{-8}$
Стандарт частоты рубидиевый FE-5680A	$\pm 5 \times 10^{-10}$

6 Абсолютная погрешность измерения частоты и периода рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{f,P} = \pm(\Delta_{сист} + 2 \cdot \Delta_{случ}) \quad (2),$$

где $\Delta_{сист}$ – предел допускаемой систематической абсолютной погрешности измерения, $\Delta_{случ}$ – предел допускаемой случайной абсолютной погрешности измерения.

$\Delta_{сист}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{сист} = \pm(d_0 + \frac{\Delta_{сис}}{t_{сч}}) \cdot f(P) \quad (3),$$

$\Delta_{случ}$ при автоматическом времени счета рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{случ} = \pm(\frac{\sqrt{\Delta_u^2 + (2 \cdot \Delta_{зан}^2)}}{t_{сч}}) \cdot f(P) \quad (4),$$

$\Delta_{случ}$ при ручном времени счета рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{случ} = \pm(\frac{4 \cdot \sqrt{\Delta_u^2 + (2 \cdot \Delta_{зан}^2)}}{t_{сч} \cdot \sqrt{N}}) \cdot f(P) \quad (5),$$

где d_0 – относительная погрешность по частоте внутреннего кварцевого генератора, приведенная в таблице 2;

f – измеряемое значение частоты, Гц;

P – измеряемое значение периода, с;

$\Delta_{зан}$ – погрешность, обусловленная системой запуска, с;

$t_{сч}$ – время счета прибора, с;

для автоматического счета $t_{сч} = f/n$,

n – количество выборок для автоматического времени счета:

$n = 1$ для канала 1 или 2 при $f < 1$ МГц,

$n = 4$ для канала 1 или 2 при $f > 1$ МГц,

$n = 128$ для канала 3;

для ручного счета $t_{сч}$ устанавливается в меню частотомера.

N – количество выборок для ручного времени счета:

$N = t_{сч} \cdot f$ при $f < 200$ кГц,

$N = t_{сч} \cdot 200\,000$ при $f > 200$ кГц;

$\Delta_{сис}$ - системная погрешность: $120 \cdot 10^{-12}$ с;

$\Delta_{и}$ - погрешность разрешения индикатора: $40 \cdot 10^{-12}$ с.

Погрешность, обусловленная системой $\Delta_{зап}$ запуска рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{зап} = \frac{\sqrt{U_{шума}^2 + U_{шумаСигнала}^2}}{t_{зап}} \quad (6),$$

где $U_{шума}$ – уровень шума усилителя: $350 \cdot 10^{-6}$ В

$U_{шумаСигнала}$ – эффективное шумовое напряжение входного сигнала, В;

$\tau_{зап}$ - скорость нарастания сигнала в точке запуска, В/с.

7 Абсолютная погрешность измерения временных интервалов, длительности импульсов, времени нарастания и времени спада импульсов рассчитывается по формуле:

$$\Delta_x = \pm(\Delta_{сис} + 2 \cdot \Delta_{случ}) \quad (7),$$

где $\Delta_{сис}$ – предел допускаемой систематической абсолютной погрешности измерения,

$\Delta_{случ}$ – предел допускаемой случайной абсолютной погрешности измерения

$\Delta_{сис}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{сис} = \pm(d_0 \cdot X + \Delta_{уровняЗап} + 500 \cdot 10^{-12} \text{ с}) \quad (8),$$

где d_0 – относительная погрешность по частоте внутреннего кварцевого генератора, приведенная в таблице 2;

X – измеренное значение, с;

$\Delta_{уровняЗап}$ – погрешность, обусловленная установкой уровня запуска, с.

Погрешность установки уровня запуска $\Delta_{уровняЗап}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{уровняЗап} = \pm\left(\frac{0,015 \text{ В} + 0,01 \cdot U_{запСтарт}}{t_{зап}} + \frac{0,015 \text{ В} + 0,01 \cdot U_{запСмон}}{t_{зап}}\right) \quad (9)$$

где $U_{запСтарт}$ – уровень запуска в начальной точке измерений, В;

$U_{запСмон}$ – уровень запуска в конечной точке измерений, В;

$\tau_{зап}$ - скорость нарастания сигнала в точке запуска, В/с.

$\Delta_{случ}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{случ} = \pm(\sqrt{\Delta_{и}^2 + \Delta_{запСтарт}^2 + \Delta_{запСмон}^2}) \quad (10), \text{ где}$$

$\Delta_{и}$ - погрешность разрешения индикатора: $40 \cdot 10^{-12}$ с;

$\Delta_{запСтарт}$ и $\Delta_{запСмон}$ - погрешности, обусловленные системой запуска в начальной и конечной точках измерений, рассчитанные по формуле (6).

8 Абсолютная погрешность измерения сдвига фаз рассчитывается по формуле :

$$\Delta_{фаз} = \pm(\Delta_{сис} + 2 \cdot \Delta_{случ}) \quad (11),$$

где $\Delta_{сис}$ – предел допускаемой систематической абсолютной погрешности измерения,

$\Delta_{случ}$ – предел допускаемой случайной абсолютной погрешности измерения.

$\Delta_{сис}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{сист} = \pm(\Delta_{уровняЗап} + 500 \cdot 10^{-12} \text{ с}) \cdot f_{изм} \cdot 360^\circ \quad (12),$$

где $\Delta_{уровняЗап}$ – погрешность, обусловленная установкой уровня запуска, рассчитывается по формуле (8);

$f_{изм}$ – измеряемая частота, Гц.

$\Delta_{случ}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{случ} = \pm(\sqrt{(\Delta_u^2 + 2\Delta_{зан}^2)} \cdot (1 + (\frac{f}{360^\circ})^2) \cdot f_{изм} \cdot 360^\circ \quad (13),$$

где Δ_u – погрешность разрешения индикатора: $40 \cdot 10^{-12}$ с;

$\Delta_{зан}$ – погрешность, обусловленная системой запуска, рассчитываемая по формуле (6);

φ – измеряемая фаза;

$f_{изм}$ – измеряемая частота, Гц.

9 Абсолютная погрешность измерения коэффициента заполнения импульсов рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{Кзан} = \pm(\sqrt{(\Delta_{сис} + \Delta_u)^2 + 2 \cdot \Delta_{зан}^2} \cdot (1 + Q^2) \cdot f_{изм}) \quad (14),$$

где $\Delta_{сис}$ – системная погрешность: $400 \cdot 10^{-12}$ с;

Δ_u – погрешность разрешения индикатора: $40 \cdot 10^{-12}$ с;

$\Delta_{зан}$ – погрешность, обусловленная системой запуска, определяемая по формуле (6);

Q – измеряемый коэффициент заполнения импульсов;

$f_{изм}$ – измеряемая частота сигнала, Гц.

10 Абсолютная погрешность измерения количества импульсов: ± 1 импульс.

11 Абсолютная погрешность измерения отношения частот определяется по формулам:

$$\Delta_{f1/f2}: \frac{1}{F_2 \cdot t_{сч}} \quad \Delta_{f2/f1}: \frac{1}{F_1 \cdot t_{сч}} \quad \Delta_{f1/f3}: \frac{1}{F_3 \cdot t_{сч}} \quad \Delta_{f3/f1}: \frac{1}{F_1 \cdot t_{сч}} \quad (15),$$

где

$F_{2(1,3)}$ – Измеренная частота по каналу 2 (1,3), Гц;

$t_{сч}$ – установленное время счета прибора, с.

13 Общие характеристики:

13.1 Габаритные размеры, не более, мм:

длина	347
ширина	215
высота	90

13.2 Масса прибора, не более, кг3,5

14 Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха, °С	0 - 40;
- относительная влажность воздуха, %	20 - 80;
- частота питающей сети, Гц	50/60 (± 5 %);
- напряжение питающей сети переменного тока, В	110/220 (± 10 %);
Потребляемая мощность, ВА, не более	80.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносят типографским способом на обложку руководства по эксплуатации и на корпус частотомеров в правом верхнем углу индикаторной панели.

Комплектность средства измерений

Частотомер	1 шт.
Шнур питания	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 экз.
Методика поверки	1 экз.
Коробка упаковочная	1 шт.

Поверка

осуществляется по документу 54882137/1-14МП «Частотомеры электронно-счетные АКИП-5102, АКИП-5102/1. Методика поверки», утвержденному ФБУ «ЦСМ Московской области» 31 марта 2014 г.

Основные средства поверки:

- стандарт частоты рубидиевый FS725 № Госреестра 31222-06, погрешность частоты за год $\pm 5 \cdot 10^{-10}$;

- стандарт частоты и времени водородный Ч1-76А, № Госреестра 23671-02, погрешность $\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$ за год;

- компаратор частотный Ч7-1014, № Госреестра 40727-09, погрешность $\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$ за год;

- генератор импульсов 81150А, № Госреестра 41402-09, частотный диапазон от 1 мкГц до 240 МГц, погрешность с внешней опорной частотой $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ ($\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$) за год;

- генератор сигналов измерительный E8257D с опцией 540, № Госреестра 36797-08, диапазон частот от 250 кГц – 40 ГГц, погрешность с внешней опорной частотой $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ ($\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$) за год;

- вольтметр диодный компенсационный ВЗ-49, № Госреестра 5477-76, пределы измерения 10 мВ - 100 В, диапазон частот 20 Гц - 1000 МГц, относительная погрешность $\delta U \leq \pm (0,2 + (0,08/U_{изм}))\%$.

- ваттметры поглощаемой мощности МЗ-51, № Госреестра 7055-79, пределы измерения 1 мкВт - 10 мВт, диапазон частот 0,02-17,85 ГГц, основная относительная погрешность $\pm 4\%$.

Сведения о методиках (методах) измерений

Методики (методы) измерений приведены в руководстве по эксплуатации частотомеров.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к частотомерам электронно-счетным АКИП-5102, АКИП-5102/1

ГОСТ 8.129-2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты.

Техническая документация фирмы изготовителя.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

Изготовитель

Фирма «PICOTEST CORP.», Тайвань.
8F-1, 286-9, HSIN YA RD, CHIEN-CHEN ZONE, KAOHSIUNG, TAIWAN.

Заявитель

Закрытое акционерное общество «Приборы, Сервис, Торговля» (ЗАО «ПриСТ»).
109444, г. Москва, ул. Ташкентская, д. 9.
Телефон (495) 777-55-91, факс (495) 633-85-02, электронная почта prist@prist.ru.

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Московской области» (ФБУ «ЦСМ Московской области»)

Юридический и почтовый адрес:

пгт Менделеево, Солнечногорский р-н, Московская обл., 141570

тел. (495) 994-22-10 факс (495) 994-22-11

www.mencsm.ru, E-mail: info@mencsm.ru

Аттестат аккредитации ФБУ «ЦСМ Московской области» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30083-14 от 07.02.2014 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п. «___» _____ 2014 г.