

# МУЛЬТИМЕТР-КАЛИБРАТОР ПРОЦЕССОВ АКТАКОМ AM-7113

## АКТАКОМ AM-7113 MULTIMETER-PROCESS CALIBRATOR

В практике ремонтных и наладочных работ, при тестировании или калибровке различного оборудования (контроллеров, датчиков, преобразователей и т.д.) часто возникает необходимость имитации определенного вида сигнала — напряжения, тока, некоторых видов гармонических сигналов или их динамическое изменение. Для этих целей используют специализированные приборы, называемые калибраторами, способными с высокой точностью формировать различные сигналы. В большинстве случаев такие приборы востребованы в непосредственной близости от размещенного оборудования, поэтому наиболее актуальный формат таких приборов — компактный



ручной прибор небольшого веса и габаритов (рис. 1).

Калибраторы процессов позволяют проводить тестирование двумя способами — производя измерения на выходе тестируемого устройства или генерируя сигнал, имитирующий изменение напряжения, тока или частоты как форму выходного сигнала пассивного устройства (датчика, передающей линии и т.д.) Режим генерации сигнала необходим для определения правильности работы контроллеров и иных устройств управления.

Для диагностики и калибровки кон-

троллеров, трансмиттеров, преобразователей обычно используют приборы, позволяющие одновременно и генерировать тестовый управляющий сигнал и подавать его на вход устройства, а также проводить измерения параметров сигнала на выходе устройства.

Калибраторы АКТАКОМ похожи друг на друга, имеют примерно одинаковые базовые функции, близкие значения воспроизводимых параметров и погрешностей (основные характеристики приведены в таблице 1), схожие габариты и вес. Все приборы больше ориентированы для работы вне лаборатории, имеют батарейное питание и «упакованы» в защитный хольстер. Отличие приборов друг от друга кроется в дополнительных измерительных и сервисных функциях.

Функциональное наполнение приборов разнообразно и определяет не только сферу применения прибора, но и ценовой фактор. Так, если вы изредка выполняете простые работы, где перечень выполняемых работ незначителен и достаточно имитировать сигнал постоянного уровня, предпочтительно использовать простой и недорогой (с низким значением погрешности!) AM-7070. Но если в процессе проведения работ приходится сталкиваться с широким кругом задач, и в плане измерения, и в



Рис. 1. Калибраторы АКТАКОМ, слева направо: AM-7070, AM-7079, AM-7111, AM-7113, AM-7025

Таблица 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПАКТНЫХ КАЛИБРАТОРОВ АКТАКОМ

Функция	AM-7070	AM-7079	AM-7111	AM-7113	AM-7025
<b>Функции калибратора</b>					
Воспроизведение постоянного напряжения	15 В	5 В	10 В	15 В	10 В
Погрешность воспроизведения постоянного напряжения	±(0,015%+3 е.м.р.)	±0,2%	±(0,02%+11 е.м.р.)	±(0,03%+5 е.м.р.)	±(0,02%+10 е.м.р.)
Воспроизведение постоянного тока	24 мА	20 мА	20 мА	24 мА	20 мА
Воспроизведение сопротивления	–	400 Ом	40 кОм	–	40 кОм
Воспроизведение частоты	–	100 Гц / 1 кГц / 10 кГц	100 Гц / 1 кГц / 10 кГц / 100 кГц	0,3 Гц...20 кГц	100 Гц / 1 кГц / 10 кГц / 100 кГц
Воспроизведение числа импульсов	–	–	100 Гц / 1 кГц / 10 кГц	+	100 Гц / 1 кГц / 10 кГц / 100 кГц
Генерация сигналов	–	–	–	синус, прямоугол., другие формы, DTMF	–
Имитация термопары / термосопротивления	–	+/-	+/-	+/-	+/-
Имитация «токовая петля»	+	+	–	+	+
Давление	–	–	–	–	+
<b>Функция измерения</b>					
Постоянное напряжение	15 В	400 В	–	15 В	50 В
Переменное напряжение	–	400 В	–	–	–
Постоянный ток	24 мА	400 мА	–	24 мА	50 мА
Переменный ток	–	400 мА	–	–	–
Сопротивление	–	40 МОм	–	–	5 кОм
Прозвонка	–	+	–	–	+
Частота	–	50 Гц ... 100 кГц	–	–	–
Термопара / Термосопротивление	–	+/-	–	+	+/-

плане имитации сигнала, то удобнее использовать модель АМ-7079. Этот прибор, также как и АМ-7070, относится к классу бюджетных аппаратов, и по сравнению с АМ-7070, имеет несколько большее значение погрешности генерируемого сигнала. Самым значимым в семействе калибраторов АКТАКОМ по праву считается калибратор АМ-7025. Данный прибор обладает высокой функциональностью и прекрасными характеристиками воспроизводимых сигналов, но это уже прибор совсем другой ценовой категории.



Рис. 2. Мультиметр-калибратор АМ-7113

В этой статье хотелось бы напомнить, а может, кого-то и познакомить, с весьма интересным прибором, сочетающим в себе уникальную функциональность, низкую погрешность воспроизводимого сигнала и весьма демократичную цену.

### МУЛЬТИМЕТР-КАЛИБРАТОР ПРОЦЕССОВ АМ-7113

Плотненький «кирпичик», весьма удобно лежащий в руке, не оставляет впечатления легкой игрушки, но и не будет в тягость, если до объекта исследования идти пешком. Как и в большинстве аналоговых приборов, бросается в глаза отсутствие поворотного переключателя, управление полностью кнопочное. Контрастный экран синего цвета с белыми символами (при определенном угле обзора цвета инвертируются) хорошо читается и в темноте и при ярком освещении (рис. 2). На передней панели прибора расположены клавиша включения, клавиша выбора формы сигнала в режиме генерации, клавиша Setup режима установок, клавиша выбора режима работы — калибратор-измерение и клавиша переключения в режим альтернативной клавиатуры Shift. Здесь же расположено стандартное гнездо подключения термопары, подвижный переключатель режима работы, цифровая клавиатура (альтерна-

тивные функции кнопок выделены синим цветом) и разъемы для подключения измерительных проводов. Во время ознакомления с прибором выяснилось, что эргономика прибора такова, что выбрать режим работы или установить цифровые значения параметров можно одной рукой, держа прибор в правой руке и нажимая клавиши большим пальцем. Удобно, если надо держать тестовые провода или проводить манипуляции с тестируемым оборудованием.

Как и другие приборы, АМ-7113 «одет» в защитный эластичный чехол серого цвета, на задней панели удобная откидная подставка, позволяющая поставить прибор на стол. Интересная деталь, на креплении откидной подставки предусмотрена специальное отверстие — петля, чтобы прибор можно было повесить, такое не часто встречается и может быть полезно (рис. 3).

Питание прибора осуществляется от встроенной литиевой аккумуляторной батареи 11,1 В или от сетевого адаптера из комплекта прибора.

Что же может наш герой?

Наверное, из всех представленных приборов он наиболее универсален для инженеров и специалистов наладчиков, работающих вдали от лаборатории со всевозможными приборами.

Калибратор АМ-7113 позволяет:

- воспроизводить и измерять напряжение постоянного тока в диапазоне 0...70 мВ и 0...15 В с разрешением 0,001 В;
- воспроизводить и измерять силу постоянного тока 5...24 мА с разрешением 1 мкА;
- генерировать стандартные сигналы — синусоидального, прямоугольного, импульсного и пилообразного в диапазоне от 0,3 Гц до 20 кГц и амплитудой до 20 В;
- установка смещения генерируемого сигнала в диапазоне от -5 В до +5 В;
- воспроизводить одиночные импульсы длительностью от 3 мкс до 999,99 мс и коэффициентом заполнения от 0 до 100% с разрешением 1%;

Модуль HART™ — интерфейсный блок для представления протокола HART. HART — протокол передачи данных между распределенными полевыми устройствами, основанный на технологии передачи цифровых данных по линии связи типа «токовая петля» 4-20 мА между интеллектуальными приборами. В настоящее время это широко распространенный промышленный стандарт, поддерживаемый подавляющим большинством производителей средств автоматизации. Протокол HART значительно расширяет возможности доступных и распространенных систем передачи «токовая петля 4-20 мА», обеспечивая все преимущества полевых цифровых протоколов.



Рис. 3. Задняя панель АМ-7113

- измерять температуру и воспроизводить статические характеристики термопар К, J, E, T, R, S, N, L, B, U, C и напряжения в диапазоне -10 мВ до 70 мВ;
- режим имитации трансмиттера в диапазоне 4...20 мА;
- имитация электронной нагрузки 30 В/24 мА;
- питание токовой петли 4...20 мА;
- генерация DTMF (двухтональный многочастотный сигнал), который может использоваться при профессиональном тестировании телефонных линий и аудиоустройств;
- а также некоторые дополнительные функции, такие как программирование компенсации холодного спада при измерении температуры, функция регистратора в режимах измерения и генерации, ручная установка шага 25 / 100% при изменении формируемого постоянного тока, поддержка режима (встроенный резистор 250 Ом) работы с модулем HART™ и другие.

Основные функции АМ-7113, определяющие функциональное назначение прибора (воспроизведение постоянного тока и напряжения, импульсов, характеристик термопар и имитации параметров интерфейса «токовая петля»), схожи с такими же функциями аналоговых приборов. Однако калибратор имеет некоторые особенные функции, не часто встречающиеся в ряду компактных калибраторов процессов.

Поговорим немного о них.

### РАЗЛИЧНЫЕ ВАРИАНТЫ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕСТОВОГО СИГНАЛА (СКАНИРОВАНИЕ)

Практически все калибраторы имеют возможность изменять в ручном или автоматическом режиме уровень имитируемого выходного сигнала. Обычно используются два значения шага — 25% и 100%, изменяется как с приращением, так и в сторону уменьшения. В

калибраторе AM-7113 доступен широкий выбор различных вариантов сканирования, что позволяет использовать разнообразные алгоритмы изменения тестового сигнала:

- сканирование 1%, 2%...100%, 99%...2%, 1%;
- постепенное увеличение в режиме ручного многошагового сканирования (шаг 25%);
- быстрое сканирование 4%, 8%...100%, 96%...8%, 4%;
- автоматическое многошаговое сканирование (увеличение и уменьшение постепенно) 0%, 25%, 50%, 75% 100%;
- постепенное уменьшение в режиме ручного многошагового сканирования (шаг 25%).

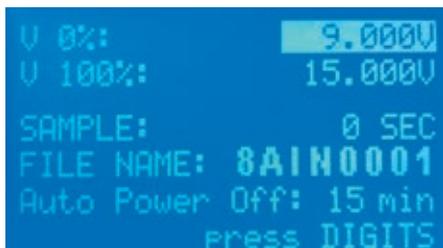


Рис. 4. Установка границ изменения тестового сигнала (сканирования)

Выбор типа сканирования производится после установки верхней и нижней границ сканирования, используя (через кнопку SHIFT) альтернативную цифровую клавиатуру. Пример установки границ при имитации напряжения выходного сигнала показан на рис. 4.



Рис. 5. Дисплей прибора в режиме сканирования отображает символ типа сканирования и мгновенное значение уровня сигнала

В дальнейшем, при выводе тестового сигнала, на дисплее будет отображаться символ выбранного метода сканирования и уровень выходного сигнала в данный момент времени в абсолютном значении (процентах) и в вольтах (рис. 5).

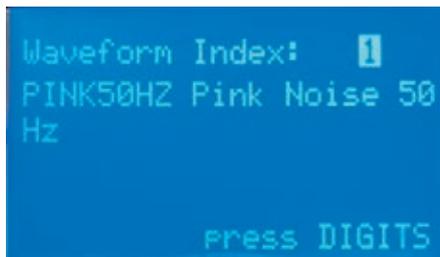


Рис. 6. Выбор формы сигнала из предустановленных (имитация «розового» шума)

Применение сканирования с малым шагом приращения значения тестового параметра позволяет добиться более точных результатов при калибровке датчиков, приводов исполнительных механизмов и других устройств.

### РЕЖИМ ИМИТАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ НАГРУЗКИ

Нечасто встречающаяся в компактных калибраторах функция имитации электронной нагрузки с максимальными характеристиками — напряжение 30 В и ток 24 мА. Конечно, это не так много, но вполне достаточно, когда необходимо оперативно симитировать какой либо датчик или, например, нагрузку при конфигурации контроллера.

### ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ФОРМ СИГНАЛОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Большинство портативных калибраторов процессов способно воспроизводить напряжение и силу постоянного тока. Некоторые калибраторы могут генерировать прямоугольные импульсы заданной частоты. Однако, практически нет калибраторов, способных воспроизводить сигналы стандартных форм с заданной частотой и амплитудой. Калибратор AM-7113 может генерировать синусоидальный, прямоугольный, треугольный сигнал и сигнал усеченной синусоиды. Также доступно несколько предустановленных производных сигналов, таких как белый и розовый шум (рис. 6 и 7), синусоидальные 50 и 60 Гц и некоторые другие. При генерации стандартных сигналов можно установить все имеющиеся параметры: амплитуду, значение смещения, коэффициент заполнения и частоту генерации. При воспроизведении предустановленных сигналов также возможно изменить и амплитуду и смещение, постоянной остается только частота

Таблица 2

### ХАРАКТЕРИСТИКИ AM-7113 В РЕЖИМЕ ГЕНЕРАЦИИ

Параметр		Диапазон	Разрешение	Погрешность
Воспроизведение сигнала	синусоидальный	0,1 В...20 В	0,001 В	±(5%+0,3 В)
	прямоугольный	1 В...20 В		±(6%+0,4 В)
	треугольный, усеченная синусоид.	0,1 В...20 В		±(6%+0,4 В)
	смещение	-5 В...5 В		±(5%+0,5 В+5%Vn-n)
	частота	0,3 Гц...99,999 Гц	0,1 Гц	0,002 Гц
10,00 Гц...999,99 Гц		0,1 Гц	0,02 Гц	
1000,0 Гц...9999,9 Гц		0,1 Гц	0,2 Гц	
10000 Гц...20000 Гц		1 Гц	2 Гц	
Формирование импульсов (прямоугольная форма, 10 Вп-п, смещение -5 В...+5 В)	3,0 мкс...9999,9 мкс	0,1 мкс		
	10,000 мс...99,999 мс	0,001 мс		
	100,00 мс...999,99 мс	0,01 мс		

сигнала. Минимальное разрешение установки частоты составляет всего 0,1 Гц, разрешение установки амплитуды сигнала — 0,001 В, параметры выходного сигнала, например погрешность воспроизведения частоты, весьма неплохие для компактных приборов такого класса.

Отметим, что величина смещения также устанавливается с разрешением 0,001 В, а возможность точной установки величины смещения позволяет установить необходимый TTL-уровень или управлять модуляцией ШИМ-сигнала.



Рис. 7. Воспроизведение сигнала «розовый» шум

Дополнительно к указанным стандартным сигналам, прибор может формировать одиночные импульсы заданной длительности с временем нарастания 5...10 мкс. Дисплей прибора при генерации пилообразного сигнала и режима генерации импульсов показаны на рисунке 8, а характеристики прибора в режиме генерации приведены в таблице 2.

Генерация двухтонального многочастотного аналогового сигнала (DTMF, Dual-Tone Multi-Frequency)



Рис. 8. Дисплей AM-7113 в режиме генерации пилообразного сигнала и режиме генерации импульсов

Двухтональные многочастотные сигналы много десятилетий используются в телефонии для набора номера и управления соединением в абонентском и стационарном оборудовании, а также связанного с телефонией оборудования: автоответчики, интерактивные сервисы и системы, использующие телефонные провода в качестве среды передачи информации и другие устрой-

ства. В некоторых случаях сигнал DTMF также используется в качестве внутреннего служебного сигнала для синхронизации и управления оборудованием телевизионных студий и передающих станций.

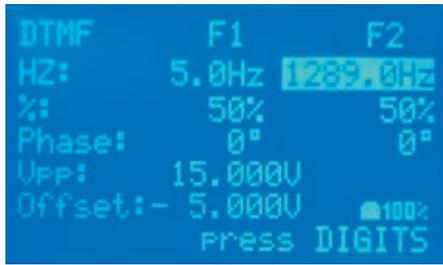


Рис. 9. Отображение установок режима DTMF на дисплее AM-7113

Принцип кодирования информации в сигнале DTMF заключается в сложении двух синусоидальных сигналов разных частот F1 и F2. Обычно таблица кодировки содержит набор частот F1 и F2, соответствующих определенным символам. Калибратор позволяет имитировать DTMF сигнал, полностью соответствующий стандартному сигналу во всем диапазоне используемых частот. При установке параметров режима DTMF в приборе можно установить необходимые

значения частот F1 и F2, амплитуды, фазового угла и смещения (рис. 9).

**ПРОВЕРКА СВЕТОДИОДОВ**

Небольшая, но неожиданная функция — калибратор выступает как высокостабильный источник тока (драйвер) для проверки работоспособности и яркости светодиодов. Установив постоянное значение тока, можно использовать прибор для сортировки «годен — не годен», а при выборе режима сканирования возможна оценка или отбор по моменту включения и яркости, в зависимости от уровня тока.

Как мы уже говорили, перечисленные выше функции — это то, что выгодно отличает калибратор АКТАКОМ AM-7113 от аналогичных устройств. Наравне с аналогами, прибор воспроизводит и стандартные сигналы, характерные для большинства компактных калибраторов: напряжение и силу постоянного тока, воспроизведение характеристик термодпар (11 типов), диагностику интерфейсов «токовая петля» (питание петли, имитация трансмиттера, одновременное выполнение измерения и создание выходной петли питания 24 В) и другие возможности, в частности — регистратора параметров



Рис. 10. Стандартная комплектация калибратора AM-7113

(логгера). Функция доступна при использовании прибора как в качестве мультиметра, так и калибратора, во всех режимах и диапазонах, за исключением режима генерации частоты. Запись данных производится во внутреннюю память в отдельный файл, имя которого пользователь может задать. Время выборки можно установить как «0», тогда регистрация будет однократной, или выбрать время от 1 до 255 с, память при этом может содержать до 4000 записей. Однако осуществлять запись можно только в одном режиме и в одном диапазоне, если возникает необходимость регистрации другого типа данных или в другом диапазоне, то необходимо сначала очистить память, а после этого начинать новую запись.

Что можно сказать в заключении? Мультиметр-калибратор АКТАКОМ AM-7113 универсален как швейцарский нож — в нем есть все, что может понадобиться специалисту при настройке или отладке удаленного оборудования. Универсальность прибора, объединяющего в себе и калибратор, и мультиметр, и функциональный генератор, в сочетании с хорошей комплектацией и удобным пластмассовым кейсом (рис. 10) делает его необходимым инструментом, позволяющим решить широкий круг задач на удаленных объектах при минимальных временных затратах. ☑

*In the present article you will find the detailed information about AM-7113 multimeter-process calibrator as well as the description of the unique functional capabilities of this calibrator (standard and arbitrary waveform generation, electronic load imitation mode, etc.). Also you will be able to check the comparison table introducing the main technical characteristics of AKTAKOM multimeters-calibrators.*

Интерфейс «Токовая петля» («current loop») — это способ передачи информации с помощью определенных значений силы электрического тока (в отличие от большинства других интерфейсов, в которых значения определяются уровнем напряжения).

Следует разделять два вида реализации интерфейса: аналоговый и цифровой. В аналоговом варианте токовой петли передача аналогового сигнала осуществляется по паре проводов. В датчиках исполнительных механизмов, АСУ ТП системах и т.д. кодирование информации реализуется в смещенном диапазоне токов 4...20 мА, т. е. наименьшее значение сигнала (0) соответствует току 4 мА, а наибольшее значение — 20 мА. Весь диапазон допустимых значений — 16 мА. Нулевое значение тока в цепи означает обрыв линии. Ток более 20 мА — короткое замыкание линии.

В цифровом варианте, который был достаточно популярным до появления в начале 1980 годов интерфейса RS-485, используется два значения тока: 4 мА (логический 0) и 20 мА (логическая 1). Передача данных реализуется старт-стопным методом, аналогично интерфейсу RS-232.

Ранее этот интерфейс был стандартизован в РФ (СССР) как ИРПС в ОСТ 11 305.916-84, а за рубежом в стандартах IEC 62056-21 / DIN 66258.

Преимущества интерфейса токовой петли:

- точность не зависит от длины и сопротивления линии передачи, поскольку управляемый источник тока будет автоматически поддерживать требуемый ток в линии;
- большая дальность (до нескольких километров);
- возможность запитывать датчик непосредственно от линии передачи;
- высокая помехоустойчивость (обычно используется экранированная витая пара);
- простота реализации, отсутствие необходимости в согласовании линии;
- возможность объединения нескольких датчиков в одном интерфейсе.

Все указанные достоинства позволили этому интерфейсу успешно использоваться в системах АСУ ТП.

Недостатком интерфейса «токовая петля» является низкая скорость передачи, не превышающая (в зависимости от дальности), как правило, 9 кбит/с.

Кроме того, в стандартах не определено конструктивное исполнение разъемов.

Широкое использование данного вида интерфейса в промышленности породило целую группу измерительных приборов — мультиметров-калибраторов токовой петли, которые позволяют настраивать параметры токовой петли в цеховых условиях, после прокладки линии передачи данных. По материалам Энциклопедии измерений ([www.kipis.ru/info/](http://www.kipis.ru/info/))

