

## ЭТАЛОННЫЙ КАЛИБРАТОР-ИЗМЕРИТЕЛЬ УНИФИЦИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000

ИНФОРМАЦИОННАЯ СТАТЬЯ  
УДК 006.91  
<https://doi.org/10.32446/2587-9677gm.2022-4-36-44>

**Аннотация.** В статье представлены характеристики и эксплуатационные особенности эталонного калибратора-измерителя унифицированных сигналов ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 – яркого представителя новой линейки наукоемких прецизионных контрольно-измерительных устройств, разработанных специалистами зеленоградского предприятия НПП «ЭЛЕМЕР».

**Ключевые слова:** контрольно-измерительное оборудование, эталон, калибратор-измеритель, средство измерений

**Для цитирования:** Эталонный калибратор-измеритель унифицированных сигналов ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 // Главный метролог. 2022. № 4. С. 36-44. <https://doi.org/10.32446/2587-9677gm.2022-4-36-44>

### REFERENCE CALIBRATOR-METER OF UNIFIED SIGNALS ELEMER-IKSU-3000

**Abstract.** The article presents the characteristics and operational features of the reference calibrator-meter of unified ELEMER-IKSU-3000 signals – a bright representative of a new line of knowledge-intensive precision control and measuring devices developed by specialists of the Zelenograd enterprise NPP «ELEMER».

**Keywords:** control and measuring equipment, reference, calibrator-meter, measuring instrument

# ЭТАЛОННЫЙ КАЛИБРАТОР-ИЗМЕРИТЕЛЬ УНИФИЦИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000



Рис. 1. Эталонный калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ-3000: лицевая панель

Для многих российских компаний сложившаяся в последнее время ситуация ухода с рынка известных зарубежных брендов и прекращения сервисного обслуживания иностранного оборудования наряду с определенными сложностями создала уникальные возможности для пересмотра своей технической политики. Переосмысление имеющихся заделов, реализация новых идей и решений, приобретение новых компетенций и поиск надежных партнеров дают реальную возможность разработать высокотехнологичные продукты.

Среди лидеров этого движения – зеленоградская компания ООО НПП «ЭЛЕМЕР», разработчик и изготовитель широкой линейки современного контрольно-измерительного оборудования с уникальными техническими и метрологическими характеристиками. Специалисты предприятия всегда умели находить выходы из самых сложных ситуаций, в частности, они успешно преодолели последствия пандемии Covid-19.

В год своего тридцатилетия компания выпустила новую разработку, инновационную и полностью отвечающую концепции технологического суверенитета, – эталонный калибратор-измеритель унифицированных сигналов ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 (рис. 1), который используется в качестве эталонного

(образцового) средства измерений при поверке рабочих средств измерений. Это прецизионное измерительное устройство нового поколения, пригодное для использования как в лабораториях и цехах предприятий, так и в полевых условиях, служит ориентиром не только для российских, но и для зарубежных производителей, демонстрируя высокие характеристики при разумной цене. Высокоточный, компактный, надежный и удобный в эксплуатации прибор способен отлично заменить ушедшие с рынка импортные средства измерения, ничуть не уступая им в качестве, функциональности, эргономичности и других показателях.

ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 производится в металлическом корпусе в двух исполнениях: общепромышленном и взрывозащищенном (уровень защиты 1Ex ib IIB T6...T4 Gb X). Степень защиты от внешних воздействий IP65 (полностью защищен от попадания внутрь корпуса пыли и твердых тел размерами не менее 1,0 мм, а также от струй, падающих под любым углом).

Прибор соответствует рабочему эталону первого разряда единицы силы постоянного электрического тока, третьего разряда единицы постоянного напряжения и четвертого разряда единицы электрического сопротивления.

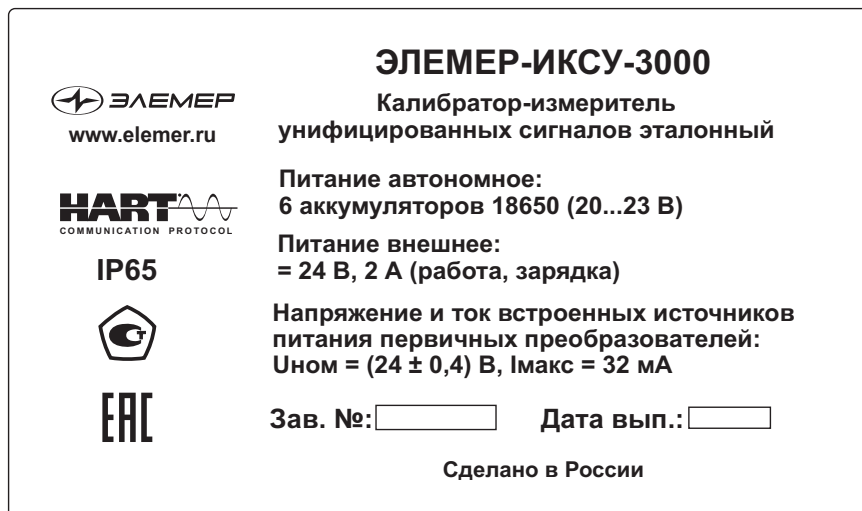


Рис. 2. Информационная табличка

Помимо полнофункционального встроенного программного обеспечения калибратор-измеритель поставляется с бесплатным внешним ПО, которое также разработано специалистами НПП «ЭЛЕМЕР» и постоянно модернизируется в соответствии с запросами рынка и требованиями метрологического законодательства.

Конструкция ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 предусматривает:

- использование жидкокристаллического сенсорного экрана (800×480 пикселей) с емкостным сенсором, позволяющего работать даже при ярком солнечном свете;
- два варианта питания – от сетевого блока 24 В, 2 А (работа, зарядка) и автономное (шесть аккумуляторов 18650 20...23 В);
- наличие встроенной памяти для хранения результатов измерений;
- наличие кнопочной клавиатуры, дублирующей сенсорный экран;
- возможность подключения беспроводной внешней клавиатуры и мыши;
- наличие универсальных штырьковых разъемов типа Vanapa для подключения средств измерений;
- использование мини-USB и сети Ethernet для подключения к ПК и локальной сети;
- установку двух USB-разъемов для подключения периферийных устройств;
- возможность ручного ввода показаний эталонных и рабочих СИ;

- встроенный стабилизатор напряжения для питания первичных преобразователей (=24 В).

Оператор в процессе работы с ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 может использовать по выбору: два канала измерения; один канал воспроизведения (постоянный ток, напряжения и сопротивления постоянного тока, протоколы HART, 1-Wire и Namur; частота, импульсы; сигналы ТС, ТП и унифицированные сигналы); один канал для подключения эталонных преобразователей давления и цифровых эталонных термометров; два канала теста реле и один канал для внешнего управления счетом импульсов.

На лицевой панели прибора расположены:

- сенсорный ЖК-экран;
- клавиатура (дублирующая экран);
- блок гнезд канала измерения постоянного тока/унифицированного сигнала, шины связи по коммуникационному протоколу HART и двунаправленной шины связи по протоколу 1-Wire;
- блок гнезд каналов измерения и воспроизведения постоянного тока, напряжения и сопротивления постоянного тока, частоты, импульсов, сигналов термосопротивлений (ТС), сигналов термопар (ТП) и унифицированных сигналов.

На задней панели помещена табличка с заводским номером изделия и датой его выпуска, а также маркировкой наличия/отсутствия взрывозащиты, степени защиты от внешних воздействий и справочной инфор-



# ЭТАЛОННЫЙ КАЛИБРАТОР-ИЗМЕРИТЕЛЬ УНИФИЦИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000



Рис. 3. Боковые панели

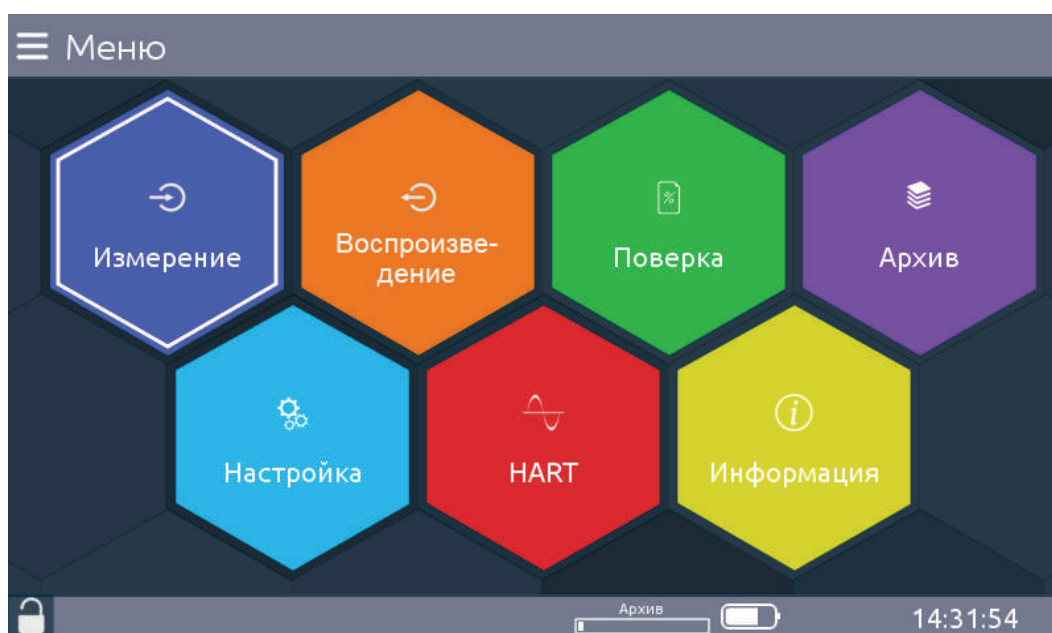


Рис. 4. Основной экран: меню действий

мацией о характеристиках источников питания и параметрах искробезопасных цепей (рис. 2).

Левая боковая панель (рис. 3) предназначена для размещения гнезд двух каналов теста реле, канала для синхронизации счетчика импульсов, канала подключения ПДЭ и ТЦЭ, а также для подключения зарядного устройства.

На правой боковой панели расположены по два разъема для подключения к персональному компьютеру (мини-USB и Ethernet), а также внешней клавиатуры (или мыши) и съемного USB-накопителя.

Предлагаемое пользователем меню, отображаемое на ЖК-экране (рис. 4), предусматривает возможности перехода к функциям:

- настройки прибора;
- выполнения измерений, воспроизведения или поверки;
- перехода к заархивированной информации;
- передачи информации по протоколу HART;
- перехода на экран общей информации.

Функционально эталонный калибратор-измеритель унифицированных сигналов может работать как измеритель, генератор, калибратор, даталоггер/регистратор и HART-коммуникатор. Рассмотрим эти режимы подробнее.

Использование ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 в качестве измерителя предусматривает воз-

можность определять: силу и напряжение постоянного тока, активное сопротивление постоянному току, давление и температуру одновременно со считыванием показаний эталонных преобразователей давления или температуры, а также с проверкой состояния реле. При этом подключение приборов с унифицированным выходным сигналом может выполняться как с использованием внешнего блока питания, так и с помощью внутреннего источника. Метрологические характеристики прибора в режиме измерения приведены в табл. 1, в режиме воспроизведения – в табл. 2.

Режимы генератора и калибратора применяются для тестирования и поверки систем автоматизации, измерителей-регу-

Таблица 1. Метрологические характеристики ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 в режиме измерения

Измеряемая величина		Диапазон измерений		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности
Сила постоянного тока		–25...25 мА		$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot III + 0,2)$ мкА
				$\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot III + 0,3)$ мкА
		–100...+100 мА		$\pm(10^{-4} \cdot III + 1)$ мкА
				$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot III + 1,5)$ мкА
Напряжение постоянного тока		–78...+78 мВ		$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot  UI  + 3)$ мкВ
				$\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot  UI  + 4)$ мкВ
		–300...+300 мВ		$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot  UI  + 3)$ мкВ
				$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot  UI  + 4)$ мкВ
		0...12 В		$\pm(6 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,2)$ мВ
				$\pm(10^{-4} \cdot U + 0,4)$ мВ
		0...60 В		$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,5)$ мВ
				$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,5)$ мВ
Электрическое сопротивление постоянному току		0...500 Ом	0...100 Ом	$\pm 0,003$ Ом
				$\pm 0,005$ Ом
			100...500 Ом	$\pm 3 \cdot 10^{-5} \cdot R$ Ом
				$\pm 5 \cdot 10^{-5} \cdot R$ Ом
		0...4000 Ом	0...500 Ом	$\pm 0,02$ Ом
				$\pm 0,03$ Ом
			500...4000 Ом	$\pm 4 \cdot 10^{-5} \cdot R$ Ом
				$\pm 6 \cdot 10^{-5} \cdot R$ Ом
Частота	Синусоидальный сигнал	1...50 000 Гц	Пределы допускаемой относительной погрешности $\delta$	
	Прямоугольные импульсы	0,03...50 000 Гц		
				$\pm 0,001$ %

# ЭТАЛОННЫЙ КАЛИБРАТОР-ИЗМЕРИТЕЛЬ УНИФИЦИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000



Таблица 2. Метрологические характеристики ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 в режиме воспроизведения

Измеряемая величина	Диапазон воспроизведения		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности
Сила постоянного тока	0...25 мА		$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,2)$ мкА
			$\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,3)$ мкА
Напряжение постоянного тока	-100...1000 мВ	-100...100 мВ	$\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot  U  + 3)$ мкВ
			$\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot  U  + 4)$ мкВ
		100...1000 мВ	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot U)$ мкВ
			$\pm(7 \cdot 10^{-5} \cdot U)$ мкВ
	0...12 В		$\pm(6 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,2)$ мВ
			$\pm(10^{-4} \cdot U + 0,4)$ мВ
Электрическое сопротивление постоянному току	0...500 Ом		$\pm 0,009$ Ом
			$\pm 0,015$ Ом
	0...4000 Ом		$\pm(4 \cdot 10^{-5} \cdot R + 0,05)$ Ом
			$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot R + 0,07)$ Ом
Частота (прямоугольные импульсы)	1...50 000 Гц		<b>Пределы допускаемой относительной погрешности <math>\delta</math></b>
			$\pm 0,001$ %

ляторов и линий связи. Функция генерации осуществляется согласно номинальным статическим характеристикам (НСХ) ТС и ТП по унифицированному сигналу тока или напряжения. Режим обеспечивает имитацию выходного сигнала различных средств измерения температуры и давления, а также электрических сигналов. Кроме того, при эмуляции имеется возможность одновременного измерения выходного токового сигнала испытуемого прибора.

Функция даталоггера/регистратора чаще всего используется при отслеживании динамики развития различных процессов. В этом режиме прибор осуществляет регистрацию поступающей по двум измерительным каналам информации в течение заданного интервала времени, при этом в устройство заложена возможность сохранения накопленных данных на внешний носитель информации, например съемный USB-накопитель.

Как HART-коммуникатор калибратор-измеритель ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 позволяет выполнять считывание измеренных переменных и конфигурировать измерительные приборы с помощью общепромышленного цифрового протокола HART. Для датчиков давления и термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом в устройстве реализованы автоматические наборы команд для подстройки токовой петли (на основе результатов высокоточного измерения тока посредством ИКСУ) и первичного сенсора (на основе показаний подключенных эталонных преобразователей давления и температуры).

Одной из основных функций нового универсального устройства является поверка измерительных устройств, поэтому остановимся на ней подробнее.

ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 способен выполнять поверку:



Рис. 5. ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 с видеографическим многоканальным регистратором PMT 79



Рис. 6. ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 с калибратором температуры: поверка термопреобразователя

- датчиков температуры различного типа (рис. 6):
  - термопар для 13 типов НСХ, в том числе ТХА(К), ТХК(Л),

ТЖК(Ј), ТПР(В), ТПП(С), ТМК(Т), ТНН(Н), ТПП(Р), ТХКн(Е), ТВР(А-1), ТВР(А-2), ТВР(А-3), ТМК(М). Кроме того, в режиме поверки предусмо-



## ЭТАЛОННЫЙ КАЛИБРАТОР-ИЗМЕРИТЕЛЬ УНИФИЦИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000



Рис. 7. Поверка датчиков давления

требно определение индивидуальной статистической характеристики (ИСХ) с возможностью задания по точкам либо по полиному;

- термосопротивлений для 16 типов ИСХ, в том числе наиболее популярных 50М, 53М, 100М, 46П, 50П, 100П, Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000, 100Н, 500Н и 1000Н. Также предусмотрена возможность определения коэффициентов ИСХ-функции отклонения от полинома МТШ-90 и ИСХ-функции Каллендара-Ван-Дюсена. В ходе поверки могут использоваться 2-, 3- и 4-проводное подключение;
- термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом. Особенности выполнения поверки заключаются в использовании унифицированного сигнала со свободной логикой настройки нормирующего преобразователя (любые границы измерения постоянного тока в диапазонах  $-25...25$  мА,  $-100...100$  мА; любые границы измерения напряжения постоянного тока в диапазонах  $-78...78$  мВ,  $-300...300$  мВ,  $0...12$  В,  $0...60$  В; любые единицы измерения физи-

ческой величины – стандартные и добавляемые пользователем; любые границы физической величины в диапазоне  $-9999999...9999999$ ). Могут быть использованы цифровой сигнал по протоколу HART и сигнал по протоколу 1-Wire. В конструкции предусмотрены встроенный стабилизатор напряжения для питания первичных преобразователей ( $\approx 24$  В) и 2 дискретных входа для теста реле.

- датчиков давления (рис. 7). При поверке, как и в случае с термопреобразователями, используются унифицированный сигнал со свободной логикой настройки нормирующего преобразователя, цифровой сигнал по протоколу HART (сигнал по протоколу 1-Wire отсутствует), встроенный стабилизатор напряжения для питания первичных преобразователей и 2 дискретных входа для теста реле;
- вторичных приборов. При этом осуществляются:
  - одновременное воспроизведение (генерация) и измерение сигналов;
  - воспроизведение сигналов унифицированного со свободной логикой настройки нормирующего преоб-





Рис. 8. Комплект ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000

разователя, термоэлектрического преобразователя, термопреобразователей сопротивления, напряжений, тока, импульсов, частоты;

- измерение сигналов унифицированного со свободной логикой настройки нормирующего преобразователя, HART и 1-Wire.


Как и в предыдущих случаях, используются встроенный стабилизатор напряжения для питания первичных преобразователей ( $\approx 24$  В) и два дискретных входа для теста реле.

При выполнении всех видов поверки расчет погрешности выполняется автоматически.

Эталонный калибратор-измеритель унифицированных сигналов ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 с функциями измерителя, генератора, калибратора, даталоггера и HART-коммуникатора поставляется в комплекте (рис. 8) с набором измерительных и контрольных кабелей, блоком со встроенным компенсатором температуры холодного спая термоэлектрических преобразователей БТП-3000, зарядным устройством и про-

граммным обеспечением в виде «Автоматизированного рабочего места».

Информация об ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 внесена в Государственный реестр средств измерений (№ 85582-22, срок действия свидетельства – 16 мая 2027 г.). Кроме того, на прибор получены сертификат соответствия ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах № ЕАЭС RU С-RU.VH02.B.00753/21 и декларация соответствия ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», а также ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств» № ЕАЭС RU N RU Д-RU.PA01.B.89242/21.

Производитель дает гарантию 36 месяцев на данное изделие. 



ООО НПП «ЭЛЕМЕР»,  
Москва, г. Зеленоград,  
тел.: +7 (800) 100-5147,  
e-mail: [elemer@elemer.ru](mailto:elemer@elemer.ru),  
сайт: [www.elemer.ru](http://www.elemer.ru)