

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплексы измерительные параметров окружающей среды «ЭКОР»

Назначение средства измерений

Комплексы измерительные параметров окружающей среды «ЭКОР» (далее комплекс «ЭКОР») предназначены для измерений частоты и длительности периода следования непрерывной последовательности электрических импульсов, разности фаз между двумя непрерывными последовательностями электрических импульсов и силы постоянного тока, являющихся выходными сигналами первичных датчиков. Комплексы «ЭКОР» осуществляют пересчет значений измеренных величин в значения соответствующих параметров окружающей среды, и передачу результатов измерений в центр наблюдения (мониторинга).

Описание средства измерений

Комплекс «ЭКОР» состоит из блока питания (БП), модуля питания (МП), измерительного модуля (ИМ) и коммуникационного модуля (КМ). Связь между модулями устанавливается по протоколу CAN. Также на шине CAN имеется разъём для подключения диагностического оборудования.

ИМ, при достижении времени произведения измерения, начинает опрос первичных датчиков, подключенных к измерительным входам. После проведения измерений и пересчета их результатов в значения соответствующих параметров окружающей среды, ИМ отсылает в шину CAN сообщения, содержащие метку времени и данные об измеренных параметрах.

КМ собирает данные, полученные от ИМ, а затем, при заполнении буфера или истечении времени хранения в буфере, отправляет их по основному каналу связи в центр наблюдения и сохраняет их на SD карту. Основным каналом связи, по умолчанию, считается канал Ethernet. Если связи по основному каналу нет, то КМ передаёт данные по GSM каналу. Также КМ получает сигнал от спутников GPS/ГЛОНАСС содержащий данные о местоположении и времени. КМ с заданной периодичностью отсылает по шине CAN сообщения, в котором содержатся данные о времени для синхронизации встроенных часов всех модулей комплекса.

МП выполняет следующие функции:

- преобразования входного напряжения от блока питания;
- подача питания на коммуникационный модуль, измерительные модули и подключенные к ним первичные датчики и цифровые измерительные устройства;
- сбор информации от устройств самодиагностики (контроль заряда АКБ, вскрытие корпуса комплекса и т.п.);
- управление вспомогательными устройствами комплекса (устройствами вентиляции, обогрева датчиков и т.п.).

Комплектность и вид БП может меняться в зависимости от используемого типа питания и может состоять из преобразователя напряжения, аккумуляторной батареи, контроллера заряда аккумуляторной батареи, солнечной батареи.

Конструктивно комплекс «ЭКОР» представляет собой металлический шкаф, с установленными в нем модулями – ИМ, КМ, МП и БП. Конструкция шкафа предусматривает возможность монтажа на нем (в случае необходимости) до 4 шт. датчиков с габаритными размерами не превышающих 60x120x100 мм.

Условное обозначение комплекса «ЭКОР» - ЭКОР-XX.YZ. ТУ 423250-005-55103655-2011, где Х и YZ исполнения изделия, приведено в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Расшифровка кода «Х» в обозначении комплекса «ЭКОР»

Код Х	Вариант исполнения	Наличие в комплекте уровнемера для контроля уровня зеркала воды открытых водоемов
C0	Стационарный	нет
C5	Стационарный	Да, максимальная дальность измерения 5 м
C15	Стационарный	Да, максимальная дальность измерения 15 м
C30	Стационарный	Да, максимальная дальность измерения 30 м
M0	Мобильный	нет

Таблица 2 – Расшифровка кода «YZ» в обозначении комплекса «ЭКОР»

Код YZ	Исполнение
10	Питание от сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В.
11	Питание от сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В и обеспечение резервного питания от аккумулятора с зарядом от солнечной батареи
01	Питание от аккумулятора 12 В и зарядом аккумулятора от солнечной батареи
00	Питание от автономного аккумулятора 12 В

Общий вид комплексов «ЭКОР» представлен на рисунке 1. Место нанесения поверительных клейм указаны на рисунке 2.



Рисунок 1 - Общий вид комплексов «ЭКОР»



Рисунок 2 - Места нанесения поверительных клейм

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) комплекса «ЭКОР» состоит из ПО ИМ, ПО КМ и ПО МП, записывается в энергонезависимую память модулей на этапе производства и в процессе эксплуатации его изменение без специализированного оборудования невозможно.

ПО КМ выполняет функции по получению информации о месте расположения комплекса «ЭКОР» и текущем времени, а также по организации опроса ИМ и устройств, подключенных через интерфейсы RS 485 и SPI и по организации каналов связи комплекса «ЭКОР» с центром мониторинга. ПО МП выполняет функции по обеспечению питанием комплекса «ЭКОР». ПО КМ и ПО МП не оказывают влияния на метрологические характеристики комплекса «ЭКОР».

С помощью ПО ИМ осуществляется измерение значений частоты и длительности периода следования непрерывной последовательности электрических импульсов, разности фаз между двумя непрерывными последовательностями электрических импульсов и силы постоянного тока, поступающих от первичных датчиков, и вычисление предметных величин – температуры окружающего воздуха, атмосферного давления, относительной влажности окружающего воздуха, направления и скорости ветра.

Расчет предметных величин производится следующим образом:

Значение температуры вычисляется по формуле:

$$T = A_0 + A_1(\Delta F - F_0) + A_2(\Delta F - F_0)^2 + A_3(\Delta F - F_0)^3,$$

где T – температура;

ΔF – выходная частота первичного датчика температуры, измеряемая комплексом «ЭКОР»;

F_0 – частота, соответствующая опорной температуре T_0 , указывается в паспортных данных первичных датчиков;

A_0, A_1, A_2, A_3 – коэффициенты полинома, величины которых определены в процессе калибровки и указаны в паспортных данных первичных датчиков.

Значение относительной влажности воздуха вычисляется по формуле:

$$\Psi = \Psi_0 + k_1(\Delta F - F_0) + k_2(\Delta F - F_0)^2 + k_3(\Delta F - F_0)^3,$$

где Ψ – относительная влажность;

ΔF – выходная частота первичного датчика влажности, измеряемая комплексом «ЭКОР»;

F_0 – частота, соответствующая опорной влажности Ψ_0 , указывается в паспортных данных первичных датчиков;

Ψ_0, k_1, k_2, k_3 – коэффициенты полинома, величины которых определены в процессе калибровки и указаны в паспортных данных первичных датчиков.

Значение атмосферного давления, с учетом температурной компенсации вычисляется по формуле:

$$P = P_0 + A_1 * [F(p) - (k_1 * (T - T_0) + k_2 * (T - T_0)^2) - F_0(p)] + A_2 * [F(p) - (k_1 * (T - T_0) + k_2 * (T - T_0)^2) - F_0(p)]^2 + A_3 * [F(p) - (k_1 * (T - T_0) + k_2 * (T - T_0)^2) - F_0(p)]^3, \text{ где:}$$

P -атмосферное давление;

A_1, A_2, A_3 – коэффициенты аппроксимации функции $P(f)$ – указываются в паспортных данных первичных датчиков;

T_0 – температура, при которой снималась барочастотная зависимость первичного датчика давления;

P_0 – давление, при котором датчик выдает частоту $F_0(p)$ при T_0 . Величины P_0 и T_0 являются паспортными данными первичных датчиков давления;

k_1, k_2 – коэффициенты аппроксимации $F_p(t)$ – указываются в паспортных данных первичных датчиков.

T – температура, при которой вычисляется давление. Температуру вычисляют по формуле:

$$T = b_0 + b_1(F(t) - F_0(t)) + b_2(F(t) - F_0(t))^2 + b_3(F(t) - F_0(t))^3,$$

где $F(t)$ частота, измеренная по температурному каналу первичного датчика давления;

b_0, b_1, b_2, b_3 - коэффициенты аппроксимации функции $T(f)$ – паспортные данные первичных датчиков давления.

Скорость ветра вычисляется по формуле:

$$V = 4/T \cdot 3,$$

где V – скорость движения ветра, м/с;

Т – измеряемая комплексом «ЭКОР» длительность периода следования электрических импульсов на выходе первичного датчика ветра, Гц.

Направление ветра вычисляется по формуле:

$$\varphi = 360 - (\Delta T / T \cdot 360),$$

где φ – направление движения ветра, °;

ΔT - разность между спадами импульсов, поступающих с выходов первичного датчика ветра и измеряемая комплексом «ЭКОР»;

T - длительность периода следования импульсов, поступающих с выхода первичного датчика ветра и измеряемая комплексом «ЭКОР».

Паспортные значения постоянных величин, используемых в формулах при вычислении, задаются с помощью сервисного программного обеспечения для каждого измерительного входа в процессе ввода комплекса в эксплуатацию.

Относительная погрешность вычисления предметных величин не превышает значения 0,001 %.

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных действий соответствует уровню «С» по МИ 3286-2010.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)*	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения*
Встроенное программное обеспечение измерительного модуля измерительного комплекса «ЭКОР»	UnitM.hex	0x01010107	0x0810	CRC16
Встроенное программное обеспечение коммуникационного модуля измерительного комплекса «ЭКОР»	ECOR CU.hex	1.0	0x0E5A	CRC16
Встроенное программное обеспечение модуля питания измерительно-го комплекса «ЭКОР»	ECOR PSU.hex	1.0	0xE62C	CRC16

Метрологические и технические характеристики

Наименования измеряемых величин, диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей измерений комплекса «ЭКОР» приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Диапазоны и погрешности измерений комплекса «ЭКОР».

Наименование измеряемой величины	Единицы измерения	Диапазон измерения	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, °
Частота непрерывной последовательности электрических импульсов	Гц	от 100 до 20000	±0,1	-
Длительность периода непрерывной последовательности электрических импульсов	с	от 0,01 до 2,5	±0,1	-
Сила постоянного тока	мА	от 4 до 20	±0,5	-
Разность фаз между двумя непрерывными последовательностями электрических импульсов	°	от 0 до 360	-	±0,36

Поправка часов комплекса «ЭКОР» относительно сигналов точного времени, принимаемых со спутников систем GPS/ГЛОНАСС, с, не более ±1;

Типы входных сигналов, количество портов (входов) одного измерительного модуля комплекса «ЭКОР» и их назначение приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Состав и назначение портов (входов) измерительного модуля

Тип сигнала/интерфейса	Кол-во портов (входов)	Назначение порта (входа)
Сигналы частотные электрические непрерывные по ГОСТ 26.010-80 Диапазон амплитуд импульсов от 5 до 12 В.	6	Измерение частоты непрерывной последовательности электрических импульсов
	2	Измерение длительности периода непрерывной последовательности электрических импульсов
		Измерение разности фаз между двумя непрерывными последовательностями электрических импульсов
Сигналы тока и напряжения электрические непрерывные по ГОСТ 26.011-80	5	Измерение постоянного тока
Сигналы электрические с дискретным изменением параметров по ГОСТ 26.013-81	4	Определение логического состояния канала
Интерфейс RS-485 по стандарту EIA RS-422/RS-485.	2	Обеспечение взаимодействия с датчиками, имеющими интерфейс RS-485
Интерфейс SPI (Serial Peripheral Interface Bus)	1	Для подключения радиомодема или датчиков с интерфейсом SPI

Количество измерительных модулей в составе комплекса «ЭКОР», шт., не более	2;
Время готовности комплекса «ЭКОР» к работе с момента включения питания, с, не более	120.
Габаритные размеры комплекса «ЭКОР» (длина x ширина x высота), мм, не более	600x600x250.
Масса комплекса «ЭКОР» в комплекте с источником бесперебойного питания и первичными датчиками, кг, не более	25.
Рабочие условия эксплуатации:	
- температура окружающей среды, °C	от минус 40 до 50;
- напряжение питающей сети, В	(220 ±22);
- частота напряжения питания, Гц	(50 ±2).
Потребляемая от сети питания мощность, В·А, не более	60.
Сила тока потребляемого от аккумуляторной батареи, А, не более	0,5.
Время работы от аккумуляторной батареи, при отсутствии основного питающего напряжения, ч, не менее	48.
Степень защиты комплекса «ЭКОР» от воздействия внешней среды, по ГОСТ 14254-96	IP43.
Средний срок службы комплекса «ЭКОР», без учета подключаемых датчиков, лет, не менее	8.
Среднее время восстановления работоспособности комплекса «ЭКОР», ч, не более	1.
Средняя наработка на отказ комплекса «ЭКОР», ч, не менее	60000.
Комплекс «ЭКОР» соответствует требованиям электромагнитной совместимости по ГОСТ Р 51522-99.	
Комплекс «ЭКОР» обеспечивает возможность:	
- автоматически определять свои географические координаты;	
- осуществлять связь с центром мониторинга по протоколу, соответствующему ГОСТ 28906-91 и базироваться на стеке протоколов TCP/IP.	
- осуществлять передачу информации в центр мониторинга, по проводным каналам связи с использованием интерфейса Ethernet 10/100 BASE-T, и по беспроводным каналам связи с использованием интерфейса RS232 (для подключения модемов GPS/GPRS/EDGE и модемов стандарта Tetra).	

Знак утверждения типа

Наносят печатным методом на наклейку, расположенную на боковой плоскости корпуса, и типографским способом на титульных листах руководства по эксплуатации и формуляра.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки комплекса «ЭКОР» приведен в таблице № 6.

Таблица 6 - Комплект поставки

Наименование	Кол.	Примечание
Комплекс измерительный параметров окружающей среды «ЭКОР»	1	
Комплекс измерительный параметров окружающей среды «ЭКОР». Формуляр	1	

Продолжение таблицы 6

Комплекс измерительный параметров окружающей среды «ЭКОР». Руководство по эксплуатации	1	
Монтажный комплект	1	в соответствии с конструкторской документацией
CD диск с сервисным программным обеспечением	1	
Преобразователь интерфейса CAN-USB	1	по отдельному заказу
Согласующее устройство для поверки	1	

Поверка

осуществляется по методике МП 51605-12, приведенной в разделе 8 «Поверка» руководства по эксплуатации и утвержденной ГЦИ СИ ФБУ «Краснодарский ЦСМ» в апреле 2012 г.

Основные средства поверки:

- калибратор универсальный Н4-11, диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 20 мА, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,11\%$;

- генератор сигналов произвольной формы АКИП-3402, диапазон частот выходных сигналов прямоугольной формы от 1 мГц до 25 МГц, размах напряжения выходного сигнала - до 10 В, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала- $\pm 2 \cdot 10^{-5}$.

- устройство синхронизации времени УСВ-2, пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации фронта выходного импульса 1 Гц к шкале координированного времени UTC - ± 10 мкс.

Сведения о методиках (методах) измерений

Методика измерений частоты и длительности периода следования непрерывной последовательности электрических импульсов, разности фаз между двумя непрерывными последовательностями электрических импульсов и силы постоянного тока описана в документе:

«Комплекс измерительный параметров окружающей среды «ЭКОР». Руководство по эксплуатации».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к комплексам измерительным параметров окружающей среды «ЭКОР»

ГОСТ 8.129-99 ГСИ Государственная поверочная схема для средств измерения времени и частоты.

ГОСТ Р 51522-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 52319-2005 Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1.

ТУ 4232-005-55103655-2011 «Комплекс измерительный параметров окружающей среды «ЭКОР». Технические условия».

Раздел № 8 «Поверка» руководства по эксплуатации «Комплекс измерительный параметров окружающей среды «ЭКОР». Руководство по эксплуатации», утвержденный ГЦИ СИ ФБУ «Краснодарский ЦСМ» 14 мая 2012г.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

– осуществление деятельности по обеспечению безопасности при чрезвычайных си-

туациях;

- осуществление деятельности в области гидрометеорологии.

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Проектный институт «Гипроком»
(ООО «Проектный институт Гипроком»)

344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Обороны 49. Тел./факс: 203-59-17

E-mail: giprocom@aaanet.ru, giprocom@giprocom.net

Испытатель

Государственный центр испытаний средств измерений ФБУ «Краснодарский ЦСМ»

Регистрационный номер № 30021-10, по Государственному реестру. 350040, г. Краснодар, ул. Айвазовского, д. 104а. Тел.: (861)233-76-50, факс 233-85-86.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п. «_____» 2012 г.