

27.12.40.000

УСТРОЙСТВО СИНХРОНИЗАЦИИ

ЕДИНОГО ВРЕМЕНИ

СВ-04

Руководство по эксплуатации

ЭКРА.426472.005 РЭ



Содержание

Перечень принятых сокращений	4
1 Описание.....	7
1.1 Назначение.....	7
1.2 Основные технические характеристики	7
1.3 Упаковка	11
2 Устройство и принцип работы	13
3 Использование по назначению.....	18
4 Коммуникационные протоколы.....	20
5 Программное обеспечение «Конфигуратор устройств серии СВ»	27
6 Структура файла конфигурации	35
7 Техническое обслуживание и текущий ремонт изделия	42
8 Хранение и транспортирование	45

Перечень принятых сокращений

АСУ – автоматическая система управления;

АЭС – атомная электростанция;

ВЧ – высокочастотный;

ГЛОНАСС – российская глобальная навигационная спутниковая система;

ГНСС – глобальная навигационная спутниковая система;

ИБ – информационная безопасность;

исп. – исполнение;

ПК – персональный компьютер;

ПО – программное обеспечение;

РЗА – релейная защита и автоматика;

РЭ – руководство по эксплуатации;

ТУ – технические условия;

ШВ – шкала времени;

ЭМС – электромагнитная совместимость;

“Anycast” сообщения – обмен между абонентами сети в топологии точка–группа абонентов;

BC - блок согласования;

BI - блок индикации;

BMC (Best Master Clock) – алгоритм поиска лучших часов по стандарту IEEE 1588;

“Broadcast” сообщения – обмен между абонентами сети в топологии точка – все абоненты сети;

DAN (Dual Attached Node) – узел, который подключается к обеим сетям и посылает/принимает дублированные фреймы;

E2E (End To End Delay Mechanism) – метод вычисления задержки точка-точка;

Ethernet – семейство технологий пакетной передачи данных для сетей;

GPS (Global Positioning System) – система передачи сигналов точного времени и координат;

IP-адрес (Internet Protocol) – уникальный числовой идентификатор устройства в компьютерной сети, работающей по протоколу TCP/IP;

IP – международный знак защиты для маркировки степени защиты оболочки электрооборудования;

IRIG (Inter Range Instrumentation Group) – символьный протокол синхронизации устройств;

MAC (Media Access Control) – уникальный идентификатор, присваиваемый каждой единице активного оборудования сетей;

NTP (Network Time Protocol) – протокол точного времени;

NMEA (National Marine Electronics Association) – текстовый протокол связи морского (как правило, навигационного) оборудования между собой;

GGA – идентификатор строки протокола NMEA, данные о последнем зафиксированном местоположении;

GNS – идентификатор строки протокола NMEA, данные местоположения по GPS и ГЛОНАСС;

GSA – идентификатор строки протокола NMEA, информация об активных спутниках (участвующих в позиционировании);

GSV – идентификатор строки протокола NMEA, информация о всех наблюдаемых спутниках;

RMC – идентификатор строки протокола NMEA, рекомендованный минимальный набор GPS данных;

VTG – идентификатор строки протокола NMEA, скорость и курс относительно земли;

ZDA – идентификатор строки протокола NMEA, дата и время;

OC (Ordinary Clock) – окончательные часы;

PB – блок обработки информации;

P2P (Peer To Peer Delay Mechanism) – метод вычисления задержки пир-пир;

PPM (Pulse Per Minute) – аппаратный минутный импульс;

PPS (Pulse Per Second) – аппаратный секундный импульс;

pps (pulses per second) – импульсов в секунду;

PRP (Parallel Redundancy Protocol) – протокол параллельного резервирования;

PTP (Precision Time Protocol) – протокол точного времени;

RedBox (Redundancy Box) – устройство с двумя независимыми интерфейсами, служит для подключения SAN-устройств (конечных устройств с одним сетевым интерфейсом) к PRP-сетям;

RMII (Reduced Media Independent Interface – сокращенный, независимый от среды передачи интерфейс) – стандартизованный интерфейс, использующий сокращенный набор сигналов интерфейса RMII, применяется для подключения MAC-блока сети FastEthernet к блоку PHY;

SAN (Single Attached Node) – узел, который подключается только к одной сети (LAN A или LAN B) и посылает/принимает обычные фреймы;

SNMP (Simple Network Management Protocol) – протокол сетевого управления;

SNTP (Simple Network Time Protocol) – упрощенная версия протокола NTP;

TAI – международное атомное время;

TTL – транзисторно-транзисторная логика;

UTC – всемирное универсальное время;

“Unicast” сообщения – обмен между абонентами сети в топологии точка–точка;

VLAN (Virtual Local Area Network) – логическая («виртуальная») локальная компьютерная сеть.

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на устройство синхронизации единого времени СВ-04 (далее – устройство СВ-04) и содержит технические характеристики, описание и принцип работы, порядок подготовки и ввода в эксплуатацию, а также другие сведения, необходимые для правильной эксплуатации устройства СВ-04.

Надежность и долговечность устройства СВ-04 обеспечиваются качеством изготовления, а также соблюдением режимов и условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации. Выполнение всех требований, изложенных в настоящем документе, является обязательным.

Исполнения устройства СВ-04 представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Исполнения (исп.) устройства СВ-04

Условное обозначение	Номинальное напряжение питания ($U_{ном}$), В	Кол. разъемов LAN	Интерфейсы сигналов 1PPS, IRIGB		Обозначение	Примечание		
			RS422, TTL	оптические				
СВ-04 (без исп.) СВ-04-А (исп. -16)	~220, -220	2	да	да	ЭКРА.426472.005 ЭКРА.426472.005-16			
СВ-04 (исп. -01) СВ-04-А (исп. -17)				–	ЭКРА.426472.005-01 ЭКРА.426472.005-17			
СВ-04 (исп. -02) СВ-04-А (исп. -18)			–	да	ЭКРА.426472.005-02 ЭКРА.426472.005-18			
СВ-04 (исп. -03) СВ-04-А (исп. -19)				–	ЭКРА.426472.005-03 ЭКРА.426472.005-19			
СВ-04 (исп. -04) СВ-04-А (исп. -20)			1	да	да	ЭКРА.426472.005-04 ЭКРА.426472.005-20		
СВ-04 (исп. -05) СВ-04-А (исп. -21)					–	ЭКРА.426472.005-05 ЭКРА.426472.005-21		
СВ-04 (исп. -06) СВ-04-А (исп. -22)				–	да	ЭКРА.426472.005-06 ЭКРА.426472.005-22		
СВ-04 (исп. -07) СВ-04-А (исп. -23)					–	ЭКРА.426472.005-07 ЭКРА.426472.005-23		
СВ-04 (исп. -08) СВ-04-А (исп. -24)			-24	2	да	да	ЭКРА.426472.005-08 ЭКРА.426472.005-24	
СВ-04 (исп. -09) СВ-04-А (исп. -25)						–	ЭКРА.426472.005-09 ЭКРА.426472.005-25	
СВ-04 (исп. -10) СВ-04-А (исп. -26)	–	да			ЭКРА.426472.005-10 ЭКРА.426472.005-26			
СВ-04 (исп. -11) СВ-04-А (исп. -27)		–			ЭКРА.426472.005-11 ЭКРА.426472.005-27			
СВ-04 (исп. -12) СВ-04-А (исп. -28)	1	да		да	ЭКРА.426472.005-12 ЭКРА.426472.005-28			
СВ-04 (исп. -13) СВ-04-А (исп. -29)				–	ЭКРА.426472.005-13 ЭКРА.426472.005-29			
СВ-04 (исп. -14) СВ-04-А (исп. -30)		–		да	ЭКРА.426472.005-14 ЭКРА.426472.005-30			
СВ-04 (исп. -15) СВ-04-А (исп. -31)				–	ЭКРА.426472.005-15 ЭКРА.426472.005-31			

1 Описание

1.1 Назначение

1.1.1 Устройство СВ-04 предназначено для формирования и хранения шкалы времени (ШВ), синхронизированной по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС/GPS с национальной шкалой координированного времени Российской Федерации UTC(SU), а также выдачи информации о текущем значении даты и времени.

1.1.2 Устройство СВ-04, получая сигналы точного времени от ГНСС ГЛОНАСС/GPS, синхронизирует собственные часы и является источником точного времени (GrandMaster) уровня Стратум-1 для всех подключенных к нему устройств.

1.1.3 Устройство СВ-04 обеспечивает синхронизацию устройств, поддерживающих стандарт IEC 61850.

1.1.4 Устройство СВ-04 маркированное, как СВ-04-А поставляется на АЭС и применяется в системах нормальной эксплуатации, важных для безопасности. Относится к классификационному обозначению 4Н по НП-001-15.

1.1.5 Устройство СВ-04 соответствует комплекту конструкторской документации ЭКРА.426472.005 и техническим условиям ЭКРА.426472.003 ТУ.

1.2 Основные технические характеристики

1.2.1 Основные технические данные, характеристики и показатели надежности устройства СВ-04 приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Наименование параметра	Значение
1 <u>Спутниковая антенна уличного исполнения</u>	
1.1 Тип антенны	GPSGL-TMG-SPI-40NCB, M104
1.2 Типы принимаемых спутниковых сигналов антенной	ГЛОНАСС / GPS
1.3 Частота, МГц	1590 ± 20
1.4 Усиление, дБ:	
– GPS;	40 ± 4
– ГЛОНАСС	38 ± 4
1.5 Импеданс, Ом	50
1.6 Напряжение питания, В	3,3 – 9,0
1.7 Ток потребления, мА, не более	40
1.8 Степень защиты по ГОСТ 14254-2015	IP67
1.9 Длина кабеля ВЧ SMAm-Nm, м, не более	60
2 <u>Параметры навигационного модуля</u>	
2.1 Тип модуля	ML8088
2.2 Время обнаружения спутников после отключения питания (горячий старт), с, не более	4
2.3 Время обнаружения спутников после длительного отключения питания (холодный старт), с, не более	45
2.4 Чувствительность приемника при холодном старте, дБм, не менее	-145
2.5 Чувствительность приемника, дБм, не менее	-156
2.6 Точность позиционирования при вероятности 50 %, м	± 1,5
2.7 Точность определения скорости при вероятности 50 %, м/с	± 0,05
2.8 Точность времени (при наличии не менее трех спутников) по уровню 50 %, нс	± 15
2.9 Количество каналов	32
2.10 Среднее время до первого местоопределения при повторном захвате, с, при уровне сигнала минус 130 дБм	1

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра	Значение
2.11 Автономный мониторинг целостности времени приемника: – TRAIM; – FDE	поддерживается поддерживается
2.12 Режимы приема спутниковых сигналов: – односпутниковый; – двухспутниковый	ГЛОНАСС / GPS, ГЛОНАСС + GPS
3 Общие параметры	
3.1 Напряжение питания СВ-04(-А) (исп. $U_{НОМ} \sim 220$ В), В: – переменного тока частотой (50 ± 8) Гц; – постоянного тока	175 – 254 175 – 342
3.2 Напряжение питания постоянного тока СВ-04(-А) (исп. $U_{НОМ} - 24$ В), В	19 – 32
3.3 Потребляемый ток (при $U_{НОМ}$), мА, не более – СВ-04(-А) (исп. $U_{НОМ} \sim 220$ В); – СВ-04(-А) (исп. $U_{НОМ} - 24$ В)	35 180
3.4 Потребляемая мощность, не более – СВ-04(-А) (исп. $U_{НОМ} \sim 220$ В); – СВ-04(-А) (исп. $U_{НОМ} - 24$ В)	8 В·А 5 Вт
3.5 Количество независимых Ethernet портов*, не более	2
3.6 Скорость передачи данных по Ethernet, Мбит/с	10 / 100
3.7 Количество TTL выходов*, не более	1
3.8 Количество RS422 выходов*, не более	2
3.9 Количество оптических выходов*, не более	2
3.10 Тип оптических разъемов	ST
3.11 Рабочая длина волны оптических передатчиков, нм	820
3.12 Время готовности устройства СВ-04 после включения питания, с, не более	7
3.13 Время обнаружения спутников после длительного отключения питания (холодный старт), с, не более	40
3.14 Ток нагрузки TTL выхода, мА, не более	50
3.15 Ток нагрузки RS422 выхода, мА, не более	100
3.16 Коммутационная способность контактов реле «Сигнализация» при напряжении от 24 до 250 В, А, не более: – при 250 В; – при 24 В	0,13 1,3
3.17 Длительный протекающий ток через контакты реле «Сигнализация», А, не более	1,3
3.18 Рабочее напряжение реле «Сигнализация», В, не более: – переменного тока частотой (50 ± 8) Гц; – постоянного тока	254 342
3.19 Длительность фронта/спада сигнала, нс, не более: – на выходах TTL; – на выходах RS422; – на выходе оптических передатчиков	200 / 150 1000 30
4 Метрологические характеристики	
4.1 Номинальное значение частоты выходных сигналов, Гц	1
4.2 Параметры импульсного сигнала частотой 1 Гц на выходе TTL: – верхний уровень напряжения (логическая «1»), В, не менее; – нижний уровень напряжения (логический «0»), В, не более	2,6 0,4
4.3 Пределы допускаемой разности формируемой ШВ относительно национальной шкалы координированного времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS, мкс	$\pm 1,0$

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра	Значение
4.4 Среднее квадратическое отклонение результатов измерений ШВ при интервале времени измерения 1 с в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS, нс, не более	50
4.5 Предел допускаемой задержки времени выдачи телеграммы IRIGB-007 через порт RS422 относительно формируемой ШВ, нс	100
4.6 Пределы допускаемой абсолютной погрешности времени хранения формируемой ШВ в автономном режиме работы за 1 сутки при изменении температуры не более 5 °С, мс	± 10
5 <u>Протокол SNTP(NTP) v.3(4) (IPv4) сервер</u>	
5.1 Значение поля Precision заголовка SNTP(NTP)	-16 (15,2 мкс)
5.2 Режимы работы	широковещательный, многоадресный, одноадресный
5.3 Код авторизации клиента	не поддерживается
5.4 Максимальное количество SNTP(NTP) клиентов	без ограничений
5.5 Время обработки одного клиентского запроса, мкс, не более	8
5.6 Периодичность синхронизации в режиме широковещательных сообщений, с	8 – 4096
5.7 Функция резервирования SNTP(NTP) сервера посредством IP-шлюза	поддерживается
5.8 Алгоритм аутентификации	MD5
6 <u>Протокол SNMP v1, v2c, v3 Agent (усеченная версия)</u>	
6.1 Типы запросов: Get_Request, Get_Next_Request, Get_Response	поддерживаются
6.2 Шифрование	поддерживается
6.3 Среда передачи	Ethernet (UDP)
6.4 Тег сообщения	не поддерживается
6.5 Inform Request уведомления	не поддерживается
6.6 Алгоритмы аутентификации (хеширования)	MD5 / SHA1
6.7 Алгоритмы шифрования	DES / AES-128
7 <u>Протокол PTP v.2 (IEEE 1588) Grandmaster (hardware TS)</u>	
7.1 Режимы работы (Delay Mechanism)	E2E / P2P
7.2 Способ передачи	Ethernet (MAC level)
7.3 Сообщения PTP сервера: Sync, Follow_Up, Delay_Req, Delay_Resp, PDelay_Req, PDelay_Resp, PDelay_RespFollow_Up, Announce	поддерживаются
7.4 Интервал выдачи сообщений Sync, Follow_Up, с	0,125 – 16
7.5 Интервал выдачи сообщений Announce, с	0,125 – 16
7.6 Служебные сообщения Management	не поддерживаются
7.7 Точность синхронизации времени (P2P/E2E) в режиме PTP Grandmaster – PTP Slave Ordinary Clock (OC), нс, не более	150
7.8 Точность синхронизации времени (P2P/E2E) в режиме PTP Grandmaster – non PTP switch – PTP Slave OC**, нс, не более	700
7.9 Количество Мастеров (PTP GM) в сети, не более	5
7.10 Количество non-PTP ведомых часов в сети ведущего мастера, не более	10
7.11 Поддерживаемые профили	Default Profile, Power Profile
8 <u>Протокол PRP (IEC 62439-3:2012)</u>	
8.1 Кадры PRP Supervision	поддерживаются
9 <u>Протокол NMEA-0183 версия 2.1</u>	
9.1 Интерфейс	RS232

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра	Значение
9.2 Параметры передачи символов: – скорость передачи, бод; – количество бит данных; – количество стоп бит	4800 - 115200 8 1
9.3 Сообщения: ZDA, GSA, GGA, GNS, GSV, VTG, RMC	поддерживаются
9.4 Префиксы сообщений	\$GP, \$GL, \$GN
9.5 Синхронизация начала NMEA пакета с 1PPS	имеется
10 Протокол IRIG-B007 (IRIG-B004) (без модуляции)	
10.1 Поля телеграммы	BCDТОУ, BCDYEAR, SBS, CF***
11 Сигнал 1PPS (без модуляции)	
11.1 Период следования, с	1
11.2 Длительность импульса, мс	1 – 950
11.3 Инверсия импульса	поддерживается
* Наличие/количество портов/выходов см. в соответствии с исп. по таблице 1. ** Параметр измерен при использовании non-PTP свитча EDS-408A-MM-ST MOXA. *** CF (Control Function) в соответствии с IRIG-B004 для стандарта C37.118.1.	

Таблица 3

Наименование характеристики (показателя)	Значение
1 Группа механического исполнения в части воздействия механических факторов внешней среды по ГОСТ 30631-99	M4
2 Степень защиты оболочки устройства СВ-04 от прикосновения к токоведущим частям и попадания твердых посторонних тел по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60259:2013)	IP20
3 Сопротивление изоляции между цепями X1:1-X1:2, X2:1-X2:3, X2:4-X2:6, X4:1-X4:3, LAN1, LAN2, корпусом \perp МОм, не менее	100
4 Электрическая прочность изоляции цепи относительно корпуса \perp и других цепей, испытательное напряжение переменного тока частотой 50 Гц, В: – порт питания X1:1-X1:2 (исп. $U_{НОМ}$ ~220 В); – порт питания X1:1-X1:2 (исп. $U_{НОМ}$ –24 В); – порты RS422 интерфейса X2:1-X2:3 и X2:4-X2:6; – порт реле неисправности X4:1-X4:3; – порты LAN1, LAN2	3000 1000 1500 2000 500
5 Электрическая прочность изоляции цепи относительно корпуса \perp и других цепей, испытательное импульсное напряжение по 3 импульса положительной и отрицательной полярности с шириной переднего фронта 1,2 мкс, шириной заднего фронта 50 мкс и интервалом повторения 5 с, амплитудой, В: – порт питания X1:1-X1:2 (исп. $U_{НОМ}$ ~220 В); – порт питания X1:1-X1:2 (исп. $U_{НОМ}$ –24 В); – порты RS422 интерфейса X2:1-X2:3 и X2:4-X2:6; – порт реле неисправности X4:1-X4:3; – порты LAN1, LAN2	5000 1000 1000 5000 1000
6 Средняя наработка на отказ устройства СВ-04, ч, не менее	150000
7 Средний срок службы устройства СВ-04, лет, не менее	25
8 Средний срок сохраняемости устройства СВ-04 в упаковке, лет, не менее	3
9 Среднее время восстановления работоспособного состояния устройства СВ-04, ч, не более	0,5
10 Коэффициент готовности	0,99
11 Режим работы	непрерывный
12 Габаритные размеры устройства СВ-04 (В×Ш×Г), мм	155×56×157

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики (показателя)	Значение
13 Масса устройства СВ-04, кг, не более	0,97
14 Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69	УХЛ3.1

1.2.2 Устройство СВ-04 в части электромагнитной совместимости (ЭМС) соответствует требованиям ТР ТС 020/2011, ГОСТ 32137-2013 (IV группа исполнения), ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (3 - 5 степени жесткости) и СТО 56947007-29.240.044-2010 (3 - 5 степени жесткости) по критерию качества функционирования А.

Выполнение требований ЭМС допустимо с подключением внешних фильтров и защитных устройств к портам электропитания и портам ввода-вывода устройства СВ-04.

1.2.3 Устройство СВ-04 предназначено для работы в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С -30...+55;
- относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С, %, не более.. 98;
- атмосферное давление, кПа 73,3 – 106,7;
- высота над уровнем моря, м, не более 2000;
- степень загрязнения (загрязнение отсутствует или имеется только сухое, непроводящее загрязнение) по ГОСТ IEC 61439-1-2013 1;
- тип атмосферы по ГОСТ 15150-69 II;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металл;
- место установки должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечного излучения.

Рабочее положение устройства СВ-04 в пространстве должно быть вертикальное или горизонтальное.

1.2.4 Устройство СВ-04 сейсмостойко при воздействии землетрясений интенсивностью до 9 баллов включительно по шкале MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 10 м по ГОСТ 30546.1-98.

1.2.5 В составе устройства СВ-04 отсутствуют вращающиеся элементы (вентиляторы, жесткие диски и пр.).

1.2.6 Устройство СВ-04 охлаждается естественной конвекцией и не требует дополнительной принудительной вентиляции.

1.2.7 В устройстве СВ-04 имеется встроенная защита входов питания от:

- перенапряжения;
- подачи напряжения питания обратной полярности – только для исп. Уном –24 В.

1.2.8 Устройство СВ-04 не выдает ложную информацию при:

- снятии и подаче электропитания;
- снижении напряжения электропитания ниже рабочего диапазона, а также замыканиях на землю в этих цепях;
- перезапуске устройства и т.п.

1.2.9 При восстановлении электропитания устройство СВ-04 автоматически восстанавливает полноценное функционирование и не требует дополнительных действий от персонала.

1.3 Упаковка

1.3.1 Устройство СВ-04, поставляемое в составе других изделий, упаковке не подлежит.

1.3.2 Устройство СВ-04 консервации маслами и ингибиторами не подлежит.

1.3.3 Упаковка производится по чертежам изготовителя для условий транспортирования и хранения, указанных в настоящем РЭ.

1.3.4 Упаковка (внутренняя упаковка и транспортная тара) обеспечивает защиту устройства от климатических и механических повреждений при транспортировании, погрузочно-разгрузочных работах и хранении.

1.3.5 Транспортная маркировка тары – по ГОСТ 14192-96, содержит следующие данные:

- наименование предприятия-изготовителя и его адрес;
- получатель и место назначения;
- заводской номер;
- вес брутто и нетто;
- количество мест и номер места.

1.3.6 На боковых стенках и на одной торцевой стенке транспортной тары нанесены изображения манипуляционных знаков: «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх», «Пределы температуры» (интервал температур в соответствии с разделом 4 настоящего РЭ). Маркировка нанесена непосредственно на тару окраской по трафарету.

1.3.7 Устройство синхронизации должно быть уложено в коробку по ГОСТ 12301-2006 или пачку по ГОСТ 12303-80 из гофрированного картона, обеспечивающих сохраняемость изделия при транспортировании. Размеры пачки должны исключать возможность свободного перемещения в ней изделия. При необходимости изделие в коробке (пачке) должно быть уплотнено от перемещения прокладками.

2 Устройство и принцип работы

2.1 Устройство СВ-04 выполнено в металлическом корпусе и предназначено для установки на DIN-рейку внутри шкафа со степенью защиты оболочки по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60259:2013) при его размещении:

- в закрытых помещениях – не хуже IP21;
- на открытом воздухе – не хуже IP55.

Общий вид устройства СВ-04 (на примере исполнения СВ-04 (без исп.)) показан на рисунке 1.

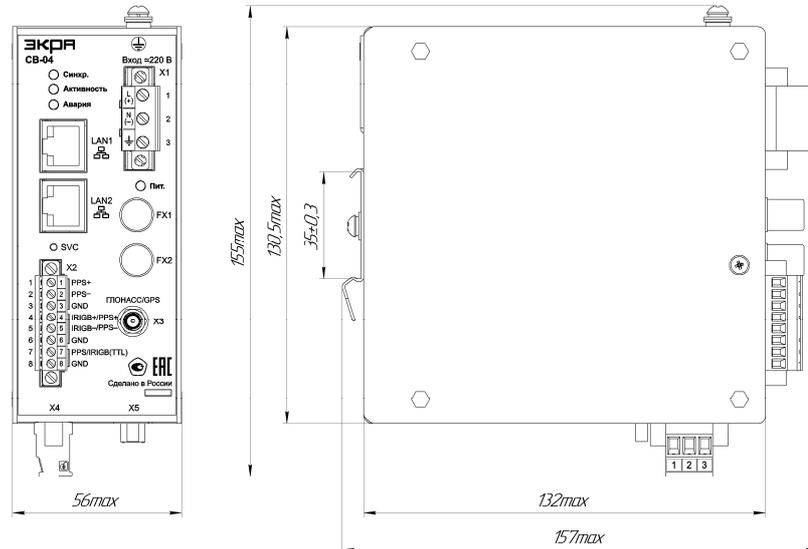
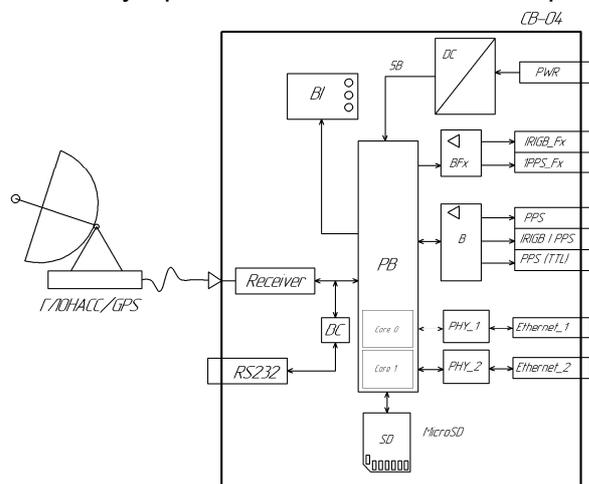


Рисунок 1 – Общий вид устройства СВ-04 (без исп.)

2.2 Устройство СВ-04 комплектуется совместно со спутниковой антенной и кабелем ВЧ SMAm-Nm.

2.3 Функциональная схема устройства СВ-04 показана на рисунке 2.



- ГЛОНАСС/GPS – ГЛОНАСС/GPS антенна;
- Receiver – ГЛОНАСС/GPS навигационный модуль;
- BC – блок согласования;
- BI – блок индикации;
- PB – блок обработки информации;
- DC – блок питания;
- B – усилитель-повторитель интерфейсных сигналов;
- BFx – усилитель оптических интерфейсных сигналов;
- PHY_1, PHY_2 – Ethernet драйверы физического уровня;
- SD – карта внешней памяти типа MicroSD.

Рисунок 2 – Функциональная схема устройства СВ-04

2.4 При первом включении устройства СВ-04 (до применения измененных настроек параметра “Leap Seconds”) значения секунд, выдаваемые устройством СВ-04, могут не совпадать со значением UTC в течение 25 минут. Значения параметра “Leap Seconds” (корректировочные секунды) принимаются со спутников один раз в 12,5 минут, обновляются и сохраняются в энергонезависимой памяти навигационного модуля.

2.5 Сигналы точного времени поступают с ГЛОНАСС/GPS антенны на разъем X3 устройства СВ-04. Далее сигнал поступает в навигационный модуль, с выхода которого NMEA сообщения поступают на разъем X5 (интерфейс RS232) устройства СВ-04 через блок согласования (BC), и на блок обработки информации (PB). Для визуального контроля текущего состояния устройства СВ-04 используются индикаторы на передней панели блока индикации (BI).

2.6 Блок обработки информации (PB) реализован на двухъядерном процессоре, который имеет два Ethernet модуля со своими сетевыми настройками. Таким образом, блок обработки представляет собой две независимые аппаратные платформы процессора Core 0 и Core 1. Блок обработки обеспечивает основной алгоритм каждого ядра: конвертирование спутниковых сигналов временной синхронизации в сетевые протоколы SNTP(NTP), PTP v.2, а также в символьные телеграммы IRIG-B, секундные 1PPS импульсы и индикации.

2.7 Блок индикации (BI) отражает текущее состояние устройства СВ-04. Блок индикации состоит из индикаторов «Синхр.», «Активность», «Авария», «Пит.».

2.8 Усилитель-повторитель интерфейсных сигналов (B) усиливает и преобразует сигналы процессора в стандартные TTL уровни (5 В) и сигналы интерфейса RS422.

2.9 Коммуникационные драйверы физического уровня PHY_1, PHY_2 производят прием/передачу сетевых сообщений и согласование данных с RMIII интерфейсами процессора. Стандартные Ethernet разъемы (под вилку RJ-45) LAN1 и LAN2 выведены на переднюю панель устройства СВ-04.

2.10 Аппаратные часы реального времени (RTC) с энергонезависимым питанием используются только при включении питания устройства СВ-04, откуда считывается начальное время, в дальнейшем процессор использует собственные программные часы. При наличии устойчивой синхронизации аппаратные часы (RTC) периодически синхронизируются с программными часами.

2.11 При потере устойчивой синхронизации со спутниками устройство СВ-04 переходит в режим работы от внутренних программных часов. Устройство СВ-04 поддерживает функцию самовосстановления программных часов (по отношению к UTC) при появлении устойчивой синхронизации со спутниками.

2.12 Аппаратная часть имеет разделяемый доступ к карте памяти для считывания файла конфигурации, загрузочного образа, сохранения лог-файлов устройства СВ-04. Универсальная файловая система устройства СВ-04 поддерживает следующие типы: FAT12, FAT16, FAT32. Все записанные данные могут быть прочитаны и сохранены на компьютере с целью последующего анализа. Лог-файлы могут быть использованы для анализа и фиксации редко происходящих событий, ведения журнала событий по особому признаку и т.д.

2.13 Устройство СВ-04 обеспечивает поддержку стандартных сетевых протоколов SNTP (NTP), PTP v2 (IEEE1588), PRP (IEC 62439-3:2012), а также выдачу символьных телеграмм NMEA-0183 и сигналов стандарта IRIG-B007 (IRIG-B004), 1PPS. При проектировании системы синхронизации времени объекта необходимо учитывать, что SNTP (NTP) протокол, в зависимости от топологии и загруженности Ethernet сети, обеспечивает невысокую точность от 0,1 до 100 мс. Протоколы PTP v.2, IRIG-B007 (IRIG-B004), 1PPS обеспечивают точность от 0,05 до 10 мкс.

2.14 Физические сигналы выводятся на разъемы LAN1, LAN2 (в зависимости от исполнения), восьми контактный интерфейсный разъем X2, оптические разъемы FX1, FX2, разъем X5 типа DB-9, расположенные на передней и нижней панелях устройства СВ-04 (рисунок 1).

Выходные сигналы 1PPS, IRIG-B представлены в виде TTL уровня, сигналов витой пары RS422, RS232 и оптических сигналов FX. Для большего удобства сигналы 1PPS и IRIG-B могут быть программно инвертированы.

2.15 В таблицах 4-6 указано назначение контактов.

Т а б л и ц а 4 – Назначение контактов разъема X5 (разъем интерфейса RS232)

Номер контакта	Обозначение контакта	Назначение
2	TXD	Сигнал передачи RS232
3	RXD	Сигнал приема RS232
5	GND	Общий провод

Т а б л и ц а 5 – Назначение контактов разъема X2 (интерфейсный разъем)

Номер контакта	Обозначение контакта	Назначение
1, 2, 3	+PPS, -PPS, GND	Выходы дифференциального сигнала 1PPS. GND – общий минус для подключения экранированной витой пары. Интерфейс изолирован от всех остальных цепей.
4, 5, 6	+IRIGB/PPS, -IRIGB/PPS, GND	Выходы дифференциального сигнала IRIG-B/1PPS. GND – общий минус для подключения экранированной витой пары. Интерфейс изолирован от всех остальных цепей.
7, 8	PPS/IRIGB, GND	TTL выход сигнала 1PPS/IRIG-B без гальванической изоляции. GND – общий минус устройства.

Т а б л и ц а 6 – Назначение контактов разъема X4 (реле «Сигнализация»)

Номер контакта	Обозначение контакта	Назначение
1	NC	Нормально замкнутый контакт
2	COM	Общий контакт
3	NO	Нормально разомкнутый контакт

2.16 На передней панели устройства СВ-04 (см. рисунок 1) расположены индикаторы «Синхр.», «Активность», «Авария» и «Пит.».

Индикатор «Пит.» показывает наличие питания на устройстве СВ-04.

Индикатор «Авария» загорается после включения питания и гаснет после инициализации устройства СВ-04, что свидетельствует об исправности устройства.

Наличие одного мигающего индикатора «Авария» после включения питания на устройстве СВ-04 свидетельствует об аппаратной неисправности устройства.

При включении питания с зажатой кнопкой SVC загружается предыдущая прошивка sv_04.bak (только при ее наличии на карте памяти) и запускается тестирование оперативной памяти, длительностью от 15 до 20 с. После завершения тестирования мигающие индикаторы «Авария» и «Активность» на устройстве СВ-04 свидетельствуют о неисправности оперативной памяти. При дальнейшем удержании кнопки SVC продолжается загрузка устройства СВ-04 и загружается предыдущая конфигурация config.bak (только при ее наличии на карте памяти). После загрузки конфигурационного файла устройство СВ-04 останавливает выполнение программы до отпускания кнопки SVC. Повторное нажатие кнопки SVC приводит к перезагрузке устройства СВ-04.

Наличие трех мигающих индикаторов «Авария», «Синхр.», «Активность» после включения питания на устройстве СВ-04 свидетельствует о неисправности внутренней флеш-памяти и карты памяти, испорченности файловой системы или файлов на карте памяти.

После инициализации устройства СВ-04 индикатор «Авария» загорается в случае неисправности навигационного модуля или устройства СВ-04. В режиме поиска, а также при наличии в зоне видимости менее четырех спутников каждой группировки (ГЛОНАСС, GPS), индика-

тор «Авария» загорается короткими вспышками с интервалом 1 с. Индикатор «Активность» кратковременно загорается в момент обращения SNTP(NTP)-клиента к серверу и в момент отправки сервером широковещательной временной метки. Индикатор «Синхронизация» загорается зеленым светом при наличии синхронизации внутренних часов устройства СВ-04 с UTC. Алгоритм работы устройства СВ-04 обеспечивает постоянную поддержку протоколов SNTP(NTP), PTP v.2, а также выдачу аппаратных сигналов 1PPS, IRIG-B при отсутствии спутников. При этом следует учитывать, что скорость «ухода» программных часов будет зависеть от предыдущего состояния синхронизации. Так, если в предыдущем состоянии устройство СВ-04 находилось в режиме синхронизации со спутниками, то при полной потере сигнала спутников «уход» программных часов должен не превышать значения пункта 4.6 таблицы 2. После включения питания устройства СВ-04 или команды сброса фаза сигналов 1PPS, IRIG-B относительно UTC будет не определена вплоть до наличия устойчивой синхронизации.

2.17 Проверка работы устройства СВ-04, а также его дополнительные настройки производятся удаленно, с помощью ПО конфигурации “sv_config.exe” (см. раздел 5).

2.18 Устройство СВ-04 постоянно отслеживает своё состояние и, в случае неисправности, формирует сигналы диагностики, в том числе и на реле «Сигнализация».

2.19 Замкнутое состояние контактов реле «Сигнализация» (X3:2-X3:3) свидетельствует о нормальном режиме работы устройства СВ-04 и наличии синхронизации со спутниками. При потере связи со спутниками, неисправности устройства СВ-04 или отсутствии питания этот контакт размыкается.

2.20 Внешний вид устройства СВ-04 (без исп.) показан на рисунке 3.

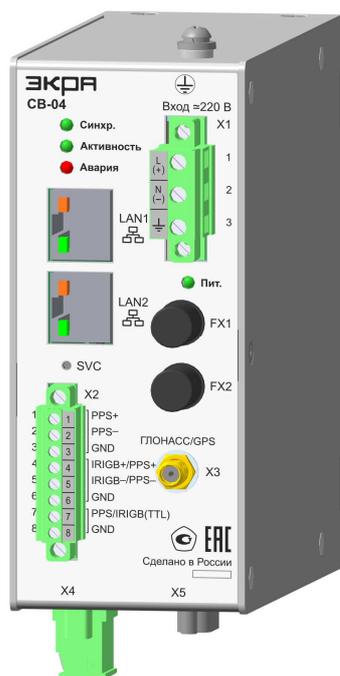


Рисунок 3 – Внешний вид устройства СВ-04 (без исп.)

2.21 Для питания устройства СВ-04 (исп. $U_{НОМ} -24 В$) от сети с номинальным напряжением 220 В переменного или постоянного тока должен использоваться внешний источник электропитания с выходным номинальным значением напряжения 24 В постоянного тока, например – источник питания QUINT-PS-100-240AC/24DC/5 или аналогичный, входящий в комплект поставки (должен быть указан при заказе оборудования). Основные параметры QUINT-PS-100-240AC/24DC/5 приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Основные параметры внешнего источника питания

Наименование параметра	Значение
1 Степень защиты оболочки	IP20
2 Напряжение питания переменного тока, В	85 – 264
3 Напряжение питания постоянного тока, В	90 – 350
4 Диапазон частот переменного тока, Гц	45 – 65
5 Номинально выходное напряжение, В	24

2.22 Навигационный модуль

2.22.1 Навигационный модуль (далее – приемник) имеет высокую чувствительность, в комплекте с антенной может принимать отраженные от стен зданий навигационные сигналы даже при отсутствии кругового обзора. Однако следует учитывать, что качество временных меток, при этом, может значительно ухудшиться и, соответственно, привести к значительному уменьшению точности 1PPS сигнала относительно временной шкалы UTC.

2.22.2 При проектировании автоматических систем управления (АСУ) следует учитывать, что длина кабеля ВЧ SMAm-Nm (между антенной и устройством СВ-04) не может превышать 60 м, в противном случае сигнал антенны получит в кабеле недопустимо большое затухание и, как следствие, невозможность качественного приема.

2.22.3 Основные технические характеристики приемника приведены в таблице 2.

3 Использование по назначению

3.1 Монтаж, обслуживание и эксплуатацию устройства СВ-04 разрешается производить лицам, изучившим настоящее руководство по эксплуатации. Следует соблюдать необходимые меры по защите устройства СВ-04 от воздействия статического электричества.

3.2 Монтажные работы следует производить при обесточенном состоянии и принятых мерах по предотвращению поражения обслуживающего персонала электрическим током, а также сохранению устройства СВ-04 от повреждений.

3.3 По требованиям защиты человека от поражения электрическим током устройство СВ-04(-А) (исп. $U_{НОМ} \sim 220$ В) соответствует классу I по ГОСТ 12.2.007.0-75, а устройство СВ-04(-А) (исп. $U_{НОМ} -24$ В) – классу III по ГОСТ 12.2.007.0-75. Устройство СВ-04 имеет клемму заземления. Перед включением устройство СВ-04 необходимо надежно заземлить.

3.4 Перед началом работы необходимо:

- установить спутниковую антенну таким образом, чтобы был открыт обзор горизонта по всем направлениям. Не следует устанавливать антенну вблизи объектов, которые могут отражать спутниковый сигнал, например, вертикальные металлические поверхности, решётки и т.п. В целях защиты от удара молнии антенну не следует устанавливать на высоких площадках или вблизи молниеотвода. Антенна не должна находиться в зоне действия других передающих антенн и на расстоянии менее 3 м от других ГЛОНАСС/GPS приемных антенн;

- при монтаже антенного ВЧ SMAm-Nm кабеля на стену следует избегать резких изгибов, а также непосредственного крепления к металлическим предметам;

- подключить устройство СВ-04 в локальную сеть;

- выполнить монтаж цепей питания и интерфейсного разъема.

3.5 При работе с устройством СВ-04 рекомендуется использовать схему включения, приведенную на рисунке 4 (на примере устройства СВ-04 (без исп.)).

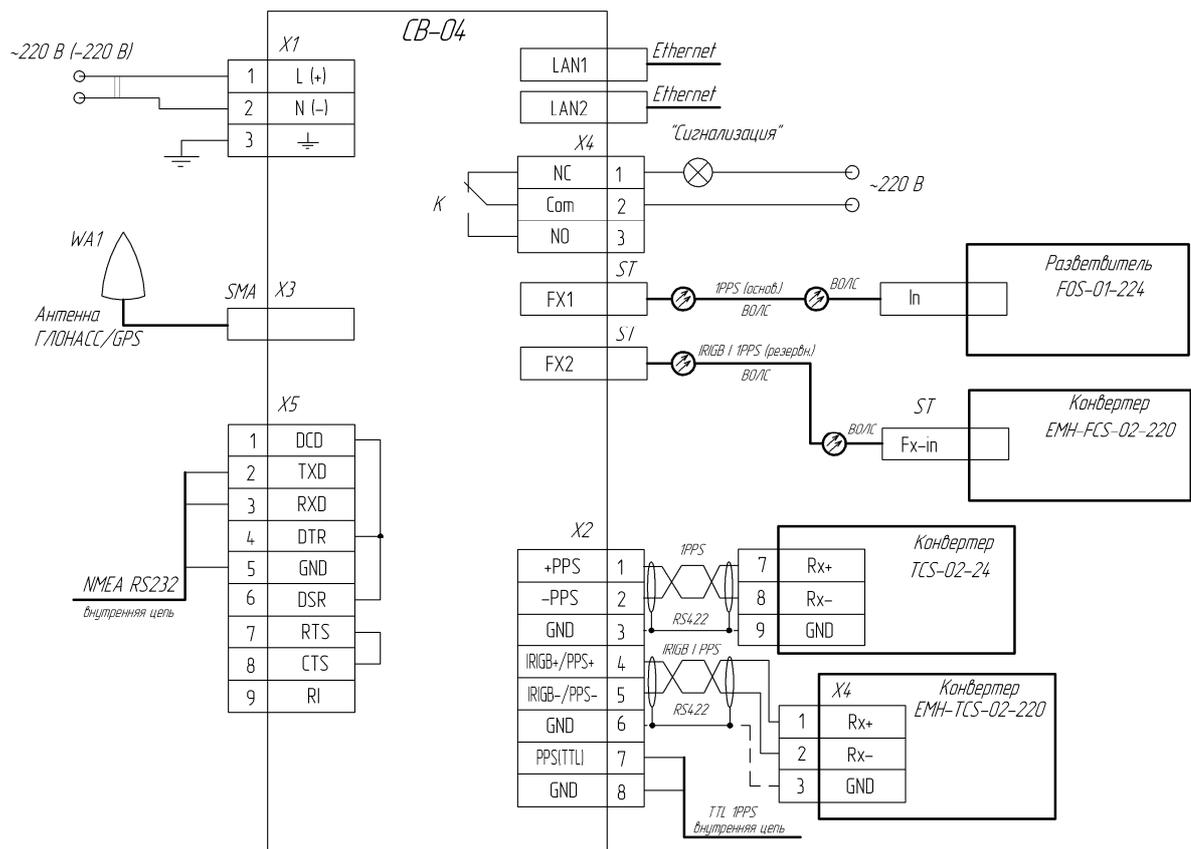


Рисунок 4 – Схема включения устройства СВ-04 (без исп.)

3.6 После включения питания устройство СВ-04 загружается и переходит в режим «холодный старт», при котором производится поиск спутников, получение альманаха и других навигационных параметров. В этом режиме красный индикатор «Авария» должен кратковременно загораться на время 0,02 с с интервалом 1 с. Для корректной работы устройства СВ-04 необходимо наличие в зоне приема не менее четырех спутников одной группировки (ГЛОНАСС, GPS). О переходе устройства СВ-04 в режим синхронизации можно судить по прекращению мигания индикатора «Авария» и зажиганию индикатора «Синхр.» ровным зеленым светом. Если этого не происходит в течение 5 минут, то необходимо изменить положение антенны, ее направление в пространстве, и повторить поиск, пока устройство СВ-04 не перейдет в режим устойчивой синхронизации. Сетевые настройки на момент поставки: LAN1 – 192.168.0.100; LAN2 – 192.168.0.101.

4 Коммуникационные протоколы

4.1 SNTP(NTP) версия v.3(4)

4.1.1 Широковещательные (*broadcast*) и многоадресные (*multicast*) сообщения отправляются устройством СВ-04 только в режиме полноценной синхронизации со спутниками.

4.1.2 В режиме *multicast* клиент не посылает запросов, ожидая широковещательных рассылок устройства СВ-04. *Multicast*-сообщения в соответствии с RFC-1305[MIL92] могут посылаться устройством СВ-04 с интервалом от 8 до 4096 с в зависимости от стабильности часов клиента и требуемой точности. Настройка указанных режимов работы производится с помощью программы конфигуратора (см. раздел 5).

4.1.3 В соответствии с RFC-1305 режим *unicast* используется, в основном, для измерения RTT (Round-trip time) клиент/сервер, после чего можно использовать расчетную коррекцию при получении *multicast*-сообщений устройства СВ-04.

4.1.4 В режиме *anycast* клиент посылает запросы по широковещательному адресу и ожидает отклика от одного и более серверов *anycast*. В дальнейшем, клиент будет использовать предпочтительный сервер в режиме *unicast*.

4.1.5 SNTP(NTP)-сервер имеет возможность работы через виртуальный IP-шлюз. Данный способ рекомендуется в случаях, когда в терминалах РЗА нет возможности использовать альтернативный IP-адрес резервного сервера. Чтобы активировать шлюз в файле настроек необходимо указать: виртуальный IP/MAC адрес шлюза в настройках секции [GLOBAL] и текущие IP/MAC адреса для каждого SNTP(NTP)-ядра процессора в секциях [CPU_M1], [CPU_M2]. Активизация шлюза выполняется путем изменения значения переменной SNTP_BACKUP_EN (см. раздел 6), при этом должны быть установлены в настройках LAN1 и LAN2 переменные PTP_ENABLE = 1, PTP_MASTER = 1, одинаковые VLAN_PTP_ID (при использовании VLAN PTP), одинаковые параметры PTPv2 (за исключением NUMBER_PORT, CLOCK_PRIORITY, CLOCK_PRIORITY2, CLOCK_CLASS).

4.1.6 Для обеспечения аутентификации NTP используется протокол MD5. В устройстве СВ-04 используются 10 ключей, записанных в карте памяти. Для генерации ключей используется программа «ntp-keygen.exe», поставляемая на компакт-диске с устройством.

4.2 SNMP версия v1, v2c, v3

4.2.1 Протокол для мониторинга и диагностики состояния сетевых устройств. Для подробного изучения SNMP (Simple Network Management Protocol) необходимо обратиться к документам RFC 1441, RFC 1452, RFC 3411, RFC 3414.

4.2.2 SNMP-агент в составе ПО устройства СВ-04 используется только для просмотра ключевых переменных: наличие/отсутствие синхронизации со спутниками, количество спутников в решении, уровень сигнала со спутников и др. Trap сообщения и InformRequest уведомления не применяются. Шифрование и авторизация поддерживаются в SNMP версии v3. Запись новых значений переменных в данной реализации не используется.

4.2.3 Идентификаторы SNMP объектов устройства СВ-04 приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Идентификаторы SNMP объектов

Идентификатор объекта	Тип данных	Описание
1.3.6.1.6.3.1.3.0.1.0	OCTET STRING	Описание устройства СВ-04
1.3.6.1.6.3.1.3.2.5.0	OCTET STRING	SYNC статус устройства СВ-04: State: (Not) Sync
1.3.6.1.6.3.1.3.2.6.0	INTEGER	SYNC статус устройства СВ-04: 1/0
1.3.6.1.6.3.1.3.2.8.0	OCTET STRING	Спутников GPS в навигационном решении

Продолжение таблицы 8

Идентификатор объекта	Тип данных	Описание
1.3.6.1.6.3.1.3.2.9.0	INTEGER	Спутников GPS в навигационном решении
1.3.6.1.6.3.1.3.2.11.0	OCTET STRING	Спутников ГЛОНАСС в навигационном решении
1.3.6.1.6.3.1.3.2.12.0	INTEGER	Спутников ГЛОНАСС в навигационном решении
1.3.6.1.6.3.1.3.2.13.0	OCTET STRING	Отношение сигнал/шум (дБ)
1.3.6.1.6.3.1.3.2.14.0	INTEGER	Отношение сигнал/шум (дБ)
1.3.6.1.6.3.1.3.2.15.0	INTEGER	Состояние Link LAN1, 0 – нет Link, 1 – есть Link.
1.3.6.1.6.3.1.3.2.16.0	INTEGER	Состояние Link LAN2, 0 – нет Link, 1 – есть Link
1.3.6.1.6.3.1.3.2.17.0	OCTET STRING	Текущее состояние PTP (NOT INIT, INITIALIZING, FAULTY, DISABLED, LISTENING, PRE MASTER, MASTER, PASSIVE, UNCALIBRATED, SLAVE)
1.3.6.1.6.3.1.3.2.18.0	INTEGER	Текущее состояние PTP (0 – NOT INIT, 1 – INITIALIZING, 2 – FAULTY, 3 – DISABLED, 4 – LISTENING, 5 – PRE MASTER, 6 – MASTER, 7 – PASSIVE, 8 – UNCALIBRATED, 9 – SLAVE)
1.3.6.1.6.3.1.3.2.19.0	OCTET STRING	Текущее смещение часов (offset) относительно спутников
1.3.6.1.6.3.1.3.2.20.0	INTEGER	Текущее смещение часов (offset) относительно спутников
1.3.6.1.6.3.1.3.2.21.0	OCTET STRING	MeanPathDelay, вычисленная задержка PTPv2 (зависит от режима работы PTPv2)
1.3.6.1.6.3.1.3.2.22.0	INTEGER	MeanPathDelay, вычисленная задержка PTPv2 (зависит от режима работы PTPv2)
1.3.6.1.6.3.1.3.2.23.0	INTEGER	Флаг изменения количества принятых байт LAN1 за последние 60 с, 0 – не было изменений, 1 – было изменение, начальное значение 0
1.3.6.1.6.3.1.3.2.24.0	INTEGER	Флаг изменения количества принятых байт LAN2 за последние 60 с, 0 – не было изменений, 1 – было изменение, начальное значение 0
1.3.6.1.6.3.1.3.2.25.0	INTEGER	Флаг изменения количества переданных байт LAN1 за последние 60 с, 0 – не было изменений, 1 – было изменение, начальное значение 0
1.3.6.1.6.3.1.3.2.26.0	INTEGER	Флаг изменения количества переданных байт LAN2 за последние 60 с, 0 – не было изменений, 1 – было изменение, начальное значение 0
1.3.6.1.6.3.1.3.2.27.0	INTEGER	Флаг перезаписи конфигурационного файла (config.ini) формируется длительностью 60 с после перезаписи файла, 0 – не было записи файла, 1 – была перезапись
1.3.6.1.6.3.1.3.2.28.0	INTEGER	Флаг перезаписи файла прошивки (*.bin) формируется длительностью 60 с после перезаписи файла, 0 – не было записи файла, 1 – была перезапись файла
1.3.6.1.6.3.1.3.2.29.0	INTEGER	Флаг неисправности, 0 – ошибок нет, 0-7 биты ошибок ядра Core 0, 8-15 биты ошибок ядра Core 1

4.2.4 Поле *community* используется в качестве пароля для всех запросов в SNMP версий v1, v2c. Данное поле служит для разграничения прав доступа пользователей к идентификаторам SNMP объектов. Для SNMP агента настраиваются следующие права доступа: только чтение, чтение/запись. Значение поля *community* по умолчанию для режима «только чтение» равно «*public*», а для режима «чтение/запись» – «*private*». Если поле *community* в запросе менеджера будет отличаться от настроек агента, то данный запрос агентом будет игнорироваться.

4.2.5 Поле *engineID* используется в качестве уникального SNMP агента для SNMP версии v3. Данное поле состоит из IANA-номера производителя устройства и MAC-адреса устройства. Если поле *engineID* в запросе менеджера будет отличаться от настроек агента, то данный запрос агентом будет игнорироваться.

4.2.6 Поле *engineBoots* используется для обозначения количества загрузок SNMP агента в версии v3. Количество загрузок агента – это количество раз, которое авторитетный агент SNMP был запущен, загружен, выполнен, инициализирован или перешел в любое другое состояние, которое соответствует смыслу слова «загружен».

4.2.7 Поле *engineTime* используется для обозначения времени, прошедшего с последней загрузки SNMP агента в версии v3. Время, прошедшее с последней загрузки – это количество секунд, прошедшее с того момента, когда авторитетный агент SNMP перешел в состояние «загружен».

4.2.8 Значения полей *engineBoots* и *engineTime* служат для проверки своевременности. Если количество загрузок агента в запросе менеджера будет отличаться от значения агента, то данный запрос агентом будет игнорироваться.

4.2.9 Для обеспечения своевременности, аутентификации и конфиденциальности перед началом отправки SNMP запросов выполняется процесс обнаружения. Процесс обнаружения представляет собой отправку менеджером пустого запроса SNMP версии v3 и ожидание ответного сообщения REPORT от SNMP агента. Сообщение REPORT будет содержать значения *engineID*, *engineBoots*, *engineTime*. Эти значения будут использоваться в последующих запросах. В случае отсутствия процесса обнаружения обмен SNMP сообщений происходить не будет.

4.2.10 Для запросов Get_Request протокола SNMP версии v3 для идентификации пользователя используется система профиля пользователя. Для выполнения запросов Get_Request пользователь SNMP версии v3 должен иметь профиль пользователя, назначенный в программном обеспечении. По умолчанию установлены настройки: аутентификация – MD5, шифрование – DES.

4.2.11 База управляющей информации или Management Information Base (файл *.mib) хранится на компакт-диске и на карте памяти устройства CB-04 и может быть загружена или считана через конфигуратор (см. раздел 5).

4.3 PTP версия v.2 (IEEE1588)

4.3.1 Для подробного изучения PTP (Precision Time Protocol) необходимо обратиться к документу IEEE “Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems. IEEE1588 - 2008”.

4.3.2 Устройство CB-04 должно быть сконфигурировано как PTP GrandMaster для каждого Ethernet порта LAN1, LAN2. Режим Slave Ordinary Clock (OC) для LAN2 используется только для демонстрации возможностей протокола PTP и в отладочных целях.

4.3.3 Протоколы PTP v.2 и SNTP(NTP) обрабатываются независимо друг от друга. Допускается, что внешнее оборудование, в зависимости от возможностей, будет использовать либо SNTP(NTP), либо PTP v.2 протокол для синхронизации собственных часов. В последнем случае PTP в режиме E2E может работать как со специализированными PTP сетевыми коммутаторами, так и с обычными. При работе с обычными сетевыми коммутаторами точность синхронизации лежит в микросекундном диапазоне.

4.3.4 Для полноценного использования возможностей PTP протокола требуется использование специальных коммутаторов с поддержкой PTP v.2 (PTP switch). Реальная точность синхронизации в этом случае находится в диапазоне от 50 до 150 нс (см. рисунок 5).

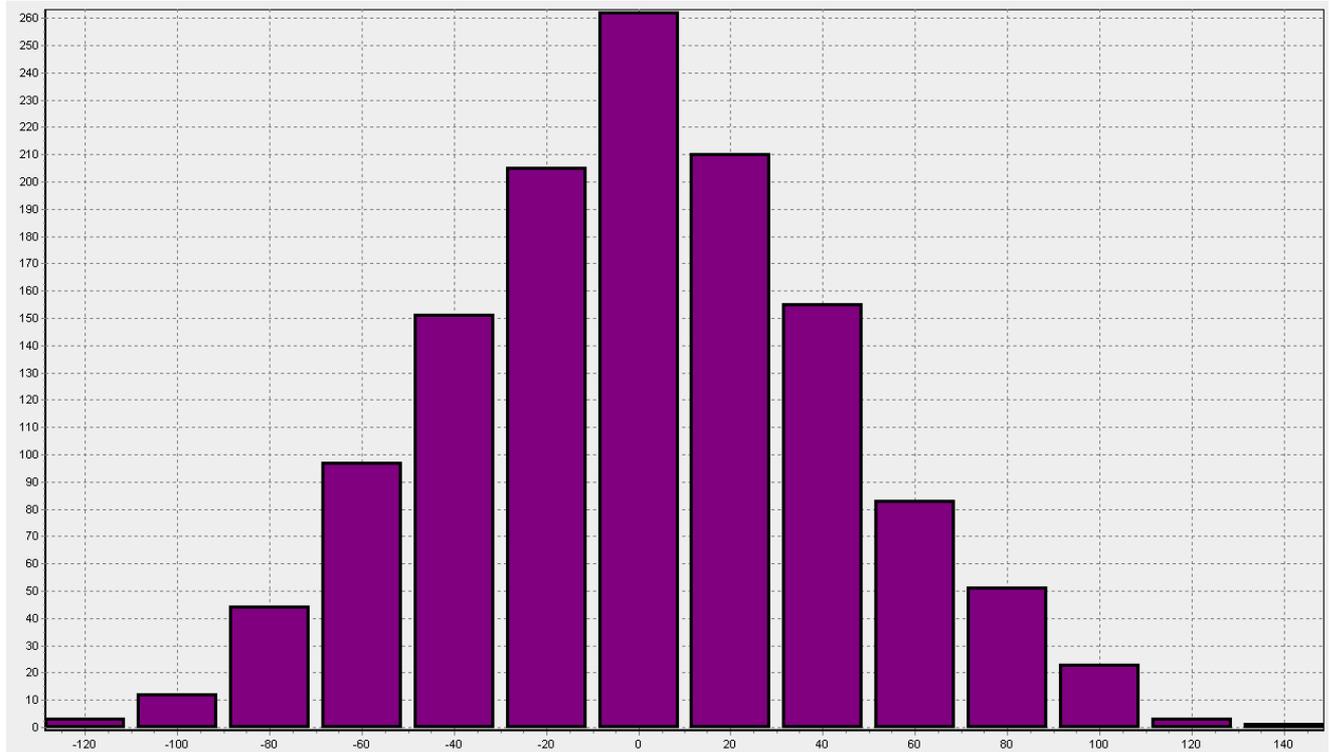


Рисунок 5 – Гистограмма распределения абсолютной ошибки синхронизации (нс) в режиме E2E GrandMaster – E2E Slave OC (между PTP устройствами включены «прозрачные» часы на базе RSG2288NC)

4.3.5 При использовании обычных коммутаторов и средней загрузке сети точность синхронизации снижается пропорционально количеству и типу коммутаторов. Так, при использовании восьмипортового коммутатора MOXA EDS-408A-MM-ST, включенного между PTP GrandMaster и Slave OC, точность синхронизации составляет в среднем ± 600 нс (см. рисунок 6). При использовании двух коммутаторов той же марки и аналогичных условий точность синхронизации составляет в среднем ± 800 нс. При средней загрузке двух коммутаторов точность падает до $\pm 1,2$ мкс. SNTP(NTP) протокол в таких же условиях будет иметь более высокую погрешность из-за отсутствия аппаратного механизма TIME_STAMP и отсутствия цифровой фильтрации промежуточных величин Mean_path_delay и Server_client_delay.

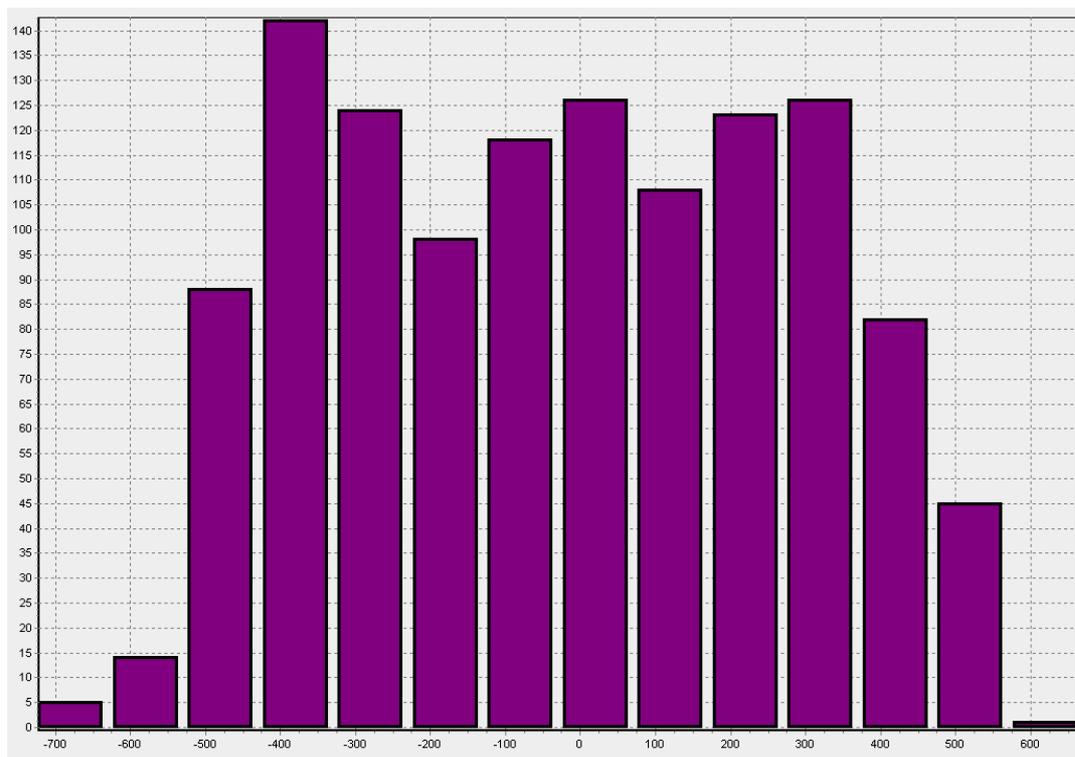


Рисунок 6 – Гистограмма распределения абсолютной ошибки синхронизации (нс) в режиме E2E GrandMaster – E2E Slave (между PTP устройствами включен non - PTP свитч MOXA EDS-408A-MM-ST)

4.3.6 В процессе работы возникают ситуации, когда необходимо знать точность синхронизации PTP Slave ОС при отсутствии встроенных средств диагностики. В этом случае устройство CB-04 имеет возможность определить точность синхронизации Slave ОС по запросам DelayReq и PDelayReq, собрать статистические данные и сохранить в файле для анализа.

4.3.7 При потере синхронизации со спутниками устройство CB-04 меняет состояние флагов: Traceable – False, TimeSource – INTERNAL_OSCILLATOR, ClockClass – DEGRADATION_CLOCK_CLASS и ClockPriority1 – 128. Если устройство CB-04 было мастером при наличии нескольких мастеров PTP, то по механизму BMC выбирается лучший мастер, и текущее устройство CB-04 переходит в режим passive при условии, что в сети есть мастер, у которого параметры лучше.

4.4 PRP (IEC 62439-3:2012)

4.4.1 Для включения режима PRP необходимо активировать параметр PRP_EN в каждом ядре устройства CB-04, а также задать следующие параметры: PRP_PTP_EN, PRP_TYPE, PRP_SUPERVISION_EN. При включении режима PRP в устройстве CB-04 необходимо в настройках конфигурационного файла config.ini для сетей PRP LAN-A и LAN-B установить одинаковые сетевые параметры:

- MACADDR (MAC-адрес);
- NETMASK (маска подсети);
- GATEWAYIP (шлюз);
- IPADDR (IP-адрес).

4.4.2 В режиме PRP добавляется трейлер управления резервированием (RCT) в исходящие пакеты уровня Ethernet, при этом порядковый номер (SeqNr) инкрементируется или копируется (для синхронизации SeqNr в устройстве CB-04 в сетях LAN-A и LAN-B) с пришедшего пакета в устройство CB-04.

4.4.3 Устройство CB-04 поддерживает пакеты PRP_Supervision. Для включения передачи пакетов PRP_Supervision необходимо активировать параметр PRP_SUPERVISION_EN в конфигурационном файле config.ini. Пакеты PRP_Supervision информируют устройства RedBox о устройстве DAN (конечных устройств с двумя сетевыми интерфейсами).

4.5 IRIG-B версии 007 и 004

4.5.1 Скорость передачи – 100 pps, длина символа – 10 мс, немодулированный. Протокол соответствует документу IRIG Standard 200-04: “IRIG Serial Time Code Formats”. В телеграмме присутствуют стандартные поля BCDTOY, BCDYEAR и SBS. Поле CF (Control Function) соответствует версии IRIG-B004 для стандарта C37.118.1. Телеграмма передается TTL уровнем (5 В), интерфейсом RS422 и по оптической линии с периодичностью 1 с, при этом передается текущая метка времени (timestamp) с разрешением в 1 с.

4.5.2 Телеграмма IRIG-B передается как при наличии, так и отсутствии синхронизации со спутниками, в зависимости от конфигурации устройства CB-04. Начало телеграммы совпадает с началом секунды внутренних часов устройства CB-04.

4.5.3 Резервирование IRIG-B (для двух и более устройств CB-04) выполняется с помощью дополнительных устройств: BRW-01 для проводных интерфейсов и BRF-01 для оптических интерфейсов.

4.6 Протокол NMEA-0183 версия 2.1

4.6.1 Символьный протокол, в котором информационные сообщения передаются в текстовом ASCII-виде. Сообщение начинается с префикса \$GP, \$GL, \$GN, \$GP, в конце строки сообщения должны быть символы <CR> и <LF>. Настройки порта для выдачи телеграмм NMEA указаны в таблице 9.

Таблица 9 – Настройки порта для выдачи телеграмм NMEA

Настройки порта	Значение
Скорость передачи, бод	4800 - 115200*
Биты данных	8
Бит паритета	не используется
Стоп бит	1
* По умолчанию 115200 бод; допускается изменение скорости в диапазоне от 4800 до 115200 бод при согласовании с изготовителем на этапе подготовки проекта.	

4.6.2 Основные сообщения (телеграммы) приведены в таблице 10. Приемник, по умолчанию, сконфигурирован на выдачу телеграмм ZDA, GSA, GSV. Конфигурирование приемника настройками, отличными от заводских, выполняется в соответствии с разделом 5 данного РЭ или с помощью программы “Navia_viewer” (ООО «НАВИА») с непосредственным подключением COM-порта (RS232) на разъеме X5 устройства CB-04. Программа позволяет настраивать типы сообщений NMEA, тип принимаемых спутников (GPS, ГЛОНАСС, GPS + ГЛОНАСС) и другие параметры согласно документации на программу.

Таблица 10 – Основные сообщения (телеграммы) NMEA-0183

Сообщения NMEA-0183	Краткое описание
GGA	Данные о местоположении
GLL	Географическое положение, широта/долгота
GSV	Информация о видимых спутниках
GSA	Информация об уровне сигнала видимых спутников
RMC	Данные о времени, местоположении, курсе и скорости
VTG	Направление/курс и скорость относительно земли
ZDA	Дата и время

4.7 1PPS

4.7.1 Протокол представляет собой аппаратные импульсы с секундной периодичностью. Фронты импульсов 1PPS совпадают с началом UTC секунды с точностью, указанной в таблице 2. Длительность импульсов, полярность сигналов, смещение по времени могут быть настроены программно, с помощью конфигуратора (см. раздел 5).

4.7.2 Резервирование 1PPS (для двух и более устройств СВ-04) выполняется с помощью дополнительных устройств: BRW-01 для проводных интерфейсов и BRF-01 для оптических интерфейсов.

5 Программное обеспечение «Конфигуратор устройств серии СВ»

5.1 Устройство СВ-04 имеет дополнительное ПО конфигурации “sv_config.exe” (далее – конфигуратор). Конфигуратор не нуждается в установке и запускается после копирования на жесткий диск персонального компьютера (ПК). Конфигуратор позволяет:

- выполнить чтение/запись файла конфигурации;
- обновить внутреннее ПО;
- считать сохраненные лог-файлы;
- считать идентификационные данные устройства СВ-04 (серийный номер, версию прошивки, дату изготовления);
- проверить работу SNTP устройства СВ-04 путем подачи клиентских запросов;
- визуализировать данные лог-файлов (в режиме тестирования);
- контролировать состояние внутренних переменных устройства СВ-04.

5.2 Для конфигурации устройства СВ-04 используется файл “config.ini”. Указанный файл вместе с загрузочным модулем находятся во внутренней флеш-памяти устройства СВ-04. Карта памяти MicroSD (установлена в слот под крышкой устройства СВ-04) служит для сохранения лог-файлов, предыдущих версий файлов конфигурации, прошивки, NTP-ключей, паролей. Удаленный доступ к файлам можно получить, используя конфигуратор.

5.3 Работа с конфигуратором

5.3.1 Перед запуском конфигуратора стандартными средствами операционной системы Windows остановите службу времени Windows: Пуск -> Панель правления -> Администрирование -> Службы -> Служба времени Windows -> Стоп. Остановка службы времени Windows позволяет избежать конфликта с SNTP клиентом конфигуратора.

5.3.2 Запустите конфигуратор “sv_config.exe”, при этом должно появиться окно приложения (см. рисунок 7).

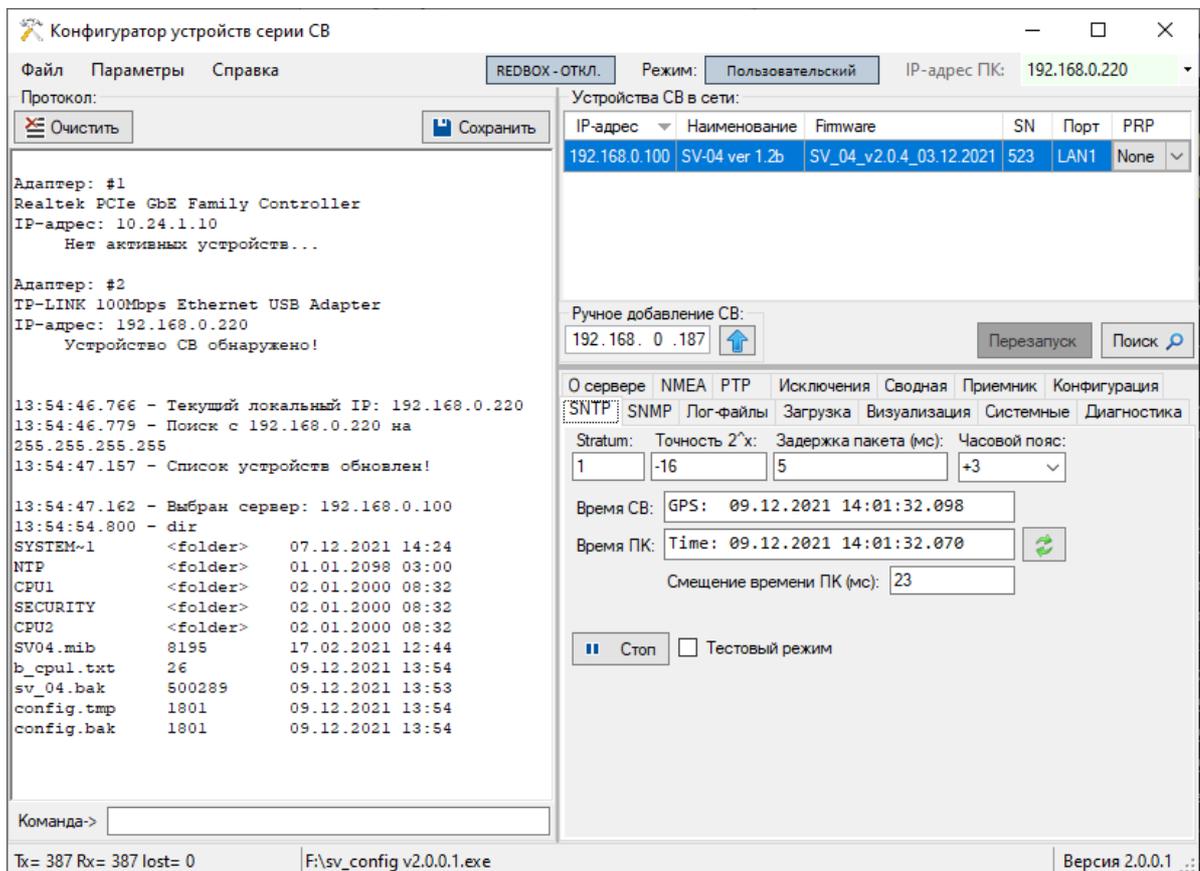
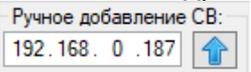


Рисунок 7 – Главное окно программы конфигуратора устройств серии СВ

5.3.3 Для поиска основного и дополнительного Ethernet модуля устройства СВ-04 в сети необходимо нажать кнопку , при этом IP-адрес компьютера, на котором запущен конфигуратор, должен находиться в той же подсети, что и IP-адрес устройства СВ-04. Если IP-адрес устройства СВ-04, подключенного к локальной сети, находится в одной подсети с IP-адресом ПК, то его сетевые параметры отразятся в соответствующих строках таблицы «Устройства СВ в сети». Далее необходимо выделить мышью строку с найденным IP-адресом, при этом в правой части рабочего окна в «Общие параметры» появится детальная информация. Если IP-адрес компьютера находится в другой подсети, между которыми имеется шлюз, то автоматический поиск не даст результатов. В этом случае нужно поочередно добавить заранее известные IP-адреса устройства СВ-04 в таблицу «Устройства СВ в сети» с помощью полей

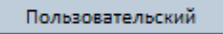
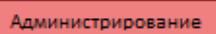
. Для этого ввести IP-адрес известного СВ-04 и нажать кнопку  для добавления устройства. При наличии на компьютере нескольких сетевых карт, программа позволяет выбирать их путем выбора соответствующих IP-адресов в поле .

5.3.4 Для просмотра списка файлов на карте памяти устройства СВ-04 необходимо набрать в командной строке консоли команду “dir” (рисунок 7).

5.3.5 Для ограничения доступа к устройству СВ-04 (записи файлов, записи конфигурационного файла config.ini, записи прошивки устройства СВ-04, записи файла с паролями, записи файла с NTP-ключами) служат пароли (длиной не более 16 символов), которые хранятся в файле psw.psw. Этот файл находится в корневой папке карты памяти устройства СВ-04, который невозможно вычитать, но можно записать, зная соответствующий пароль доступа через конфигуратор. Этот зашифрованный файл можно вычитать при физическом извлечении карты памяти из устройства СВ-04 и подключении ее напрямую к ПК через карт-ридер. После трех попыток неправильного ввода пароля устройство СВ-04 блокируется на 10 мин. При блокировке запрещается команда «сброса» устройства СВ-04 и любая запись файлов на карту памяти устройства СВ-04.

Файл psw.psw содержит пароли:

- для записи любых файлов (заводская установка “ ” (не установлен));
- для записи конфигурационного файла config.ini (заводская установка “1”);
- для записи новой прошивки sv_04.bin (заводская установка “12345”);
- для записи файла с паролями psw.psw (заводская установка “33333”);
- для записи ключей аутентификации NTP (заводская установка “44444”);
- для доступа в режим администрирования (заводская установка “administrator”).

5.3.6 Для активации команд перезапуска устройства СВ-04 и записи файлов на карту памяти требуется перейти из пользовательского режима в режим администрирования, нажав кнопку . После чего на экране появится окно с вводом пароля (см. рисунок 8). При совпадении пароля кнопка изменит вид на .

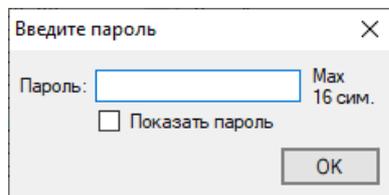
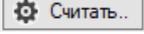


Рисунок 8 – Окно ввода пароля конфигуратора

5.3.7 Для чтения файла конфигурации следует выбрать устройство СВ-04 в таблице «Устройства СВ в сети», перейти на вкладку «Загрузка» (см. рисунок 9), в разделе «Файл конфигурации» указать путь сохранения файла, нажав кнопку , и нажать кнопку . При этом должно появиться окно файла конфигурации устройства СВ-04 (см. рисунок 10), в котором можно изменять параметры устройства СВ-04, записать текущие настройки на жесткий диск компьютера или в устройство СВ-04. Параметры устройства СВ-04 описаны в разделе 6.

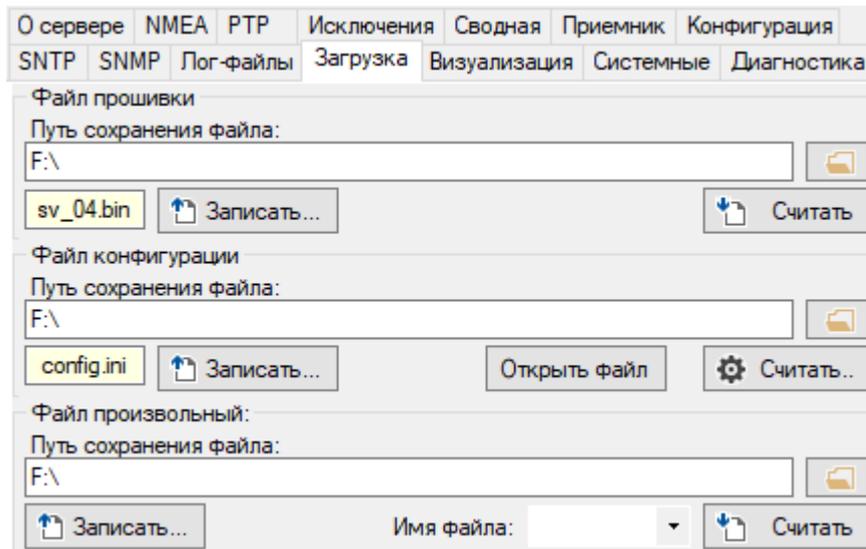


Рисунок 9 – Вкладка «Загрузка»

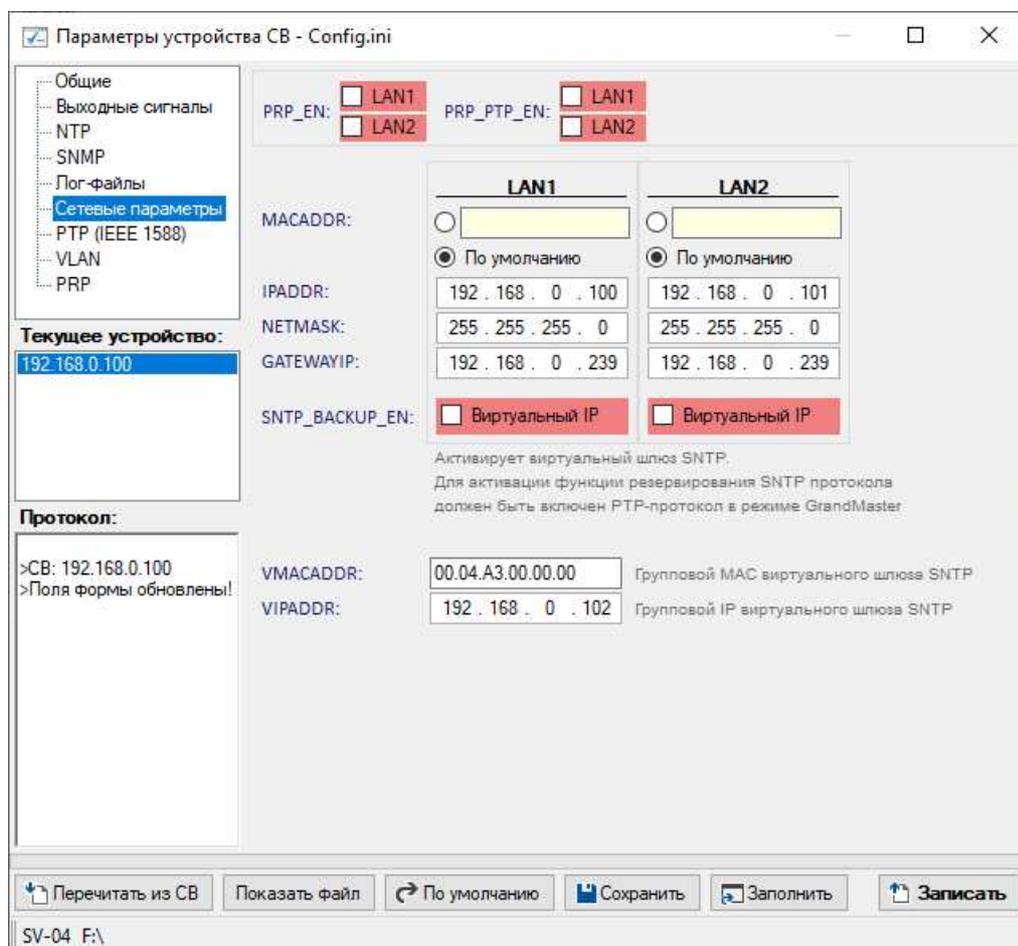
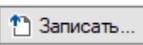
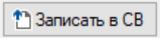
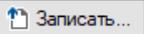
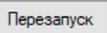


Рисунок 10 – Окно программы файла конфигурации (вкладка «Сетевые параметры»)

5.3.8 Для записи файла конфигурации из главного окна следует перейти в режим с административными правами (см. 5.3.6) и нажать кнопку  , выбрать необходимый файл. Для записи из окна файла конфигурации следует нажать кнопку . После чего на экране появится окно с вводом пароля (см. рисунок 8). При совпадении пароля файл конфигурации записывается в устройство СВ-04, при этом старый файл переименовывается в файл "config.bak" и новые параметры инициализируются при следующем перезапуске устройства. После записи файла конфигурации config.ini конфигуратор предложит перезапустить устройство СВ-04.

5.3.9 При чтении и записи файлов следует учитывать, что файлы на карте памяти доступны через IP-адрес основного или дополнительного Ethernet модуля устройства СВ-04 и, соответственно, являются общими для них.

5.3.10 Обновление прошивки устройства СВ-04 производится путем копирования по сети файла "sv_04.bin" в память устройства. Перед обновлением ПО устройства СВ-04 следует сохранить текущую прошивку на диске компьютера, аналогично действиям 5.3.7. Для обновления прошивки устройства следует перейти в режим с административными правами (см. 5.3.6) и нажать кнопку  , выбрать файл "sv_04.bin", после чего на экране появится окно с вводом пароля (см. рисунок 8). При совпадении пароля файл прошивки записывается в устройство СВ-04, при этом старый файл переименовывается в файл "sv_04.bak". Новая прошивка применяется только после перезагрузки устройства СВ-04 по нажатию кнопки  или путем выключения и включения питания устройства СВ-04.

5.3.11 Для изменения настроек необходимо считать с устройства СВ-04 и открыть для редактирования файл "config.ini", руководствуясь 5.3.7. Образец файла конфигурации приводится в разделе 6. Содержимое файла можно редактировать в конфигураторе, после вычитывания или в любом текстовом редакторе, после чего записать в устройство СВ-04, руководствуясь 5.3.8.

5.3.12 Кнопка  в главном окне конфигуратора на вкладке «SNTP» (см. рисунок 11) позволяет имитировать клиентские SNTP запросы к устройству СВ-04. Интервал запросов SNTP клиента по умолчанию составляет 1 с, в режиме, когда выбран пункт Тестовый режим, интервал запросов уменьшается до 10 мс (используется в тестовых целях). При получении ответа от SNTP устройства СВ-04 поля на вкладке «SNTP» заполняются соответствующей информацией. Кнопка  позволяет синхронизировать часы компьютера с часами устройства СВ-04 (только, когда программа запущена от имени администратора). Кнопка  приостанавливает клиентские запросы к устройству СВ-04.

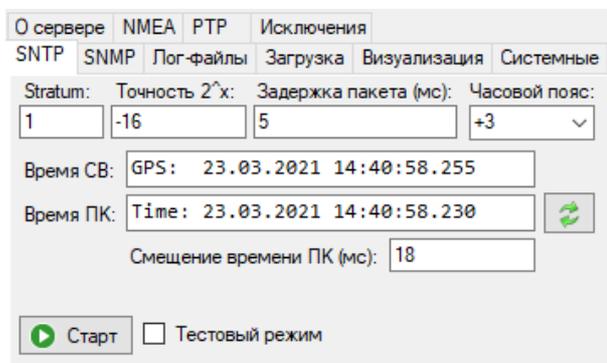
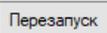


Рисунок 11 – Вкладка «SNTP».

5.3.13 Для инициализации сброса устройства СВ-04, можно воспользоваться кнопкой , которая запускает процесс перезапуска. Перезапуск по кнопке применяется только в режиме администрирования (см. 5.3.6).

5.3.14 Для оценки состояния информационных переменных устройства СВ-04 можно воспользоваться кнопкой  на вкладке «Системные», которая позволяет получить их значения (см. рисунок 12).

Спутники	Кол.	дБ	Синхронизация
ГЛОНАСС:	6	56	Счетчик: 64
GPS:	8	49	ADDEND: 1
			Потерянных PPS: 0

Параметр	Значение
Выполнение main(), нс	36570
Выполнение protocol(), нс	0
Выполнение ptr(), нс	15100
Текущая скорость NMEA порта, бод	115200
Качество времени	13
Коррекция секунд	2
Misalignment	0
Значение SYSCR	0x0309
Принятые ARP-пакеты	17
Используемых блоков памяти	0
Записей в ARP-таблице	1
Статус Link	1
Перезапуски PHY	0
Перезапуски CB	10
NTP-запросов за минуту	59
SNMP-запросов за минуту	0
ICMP-запросов за минуту	0
Текущий SeqNr (PRP)	0
Текущая запись в LOG-файле	0
Готовность LOG-файла	Не готов!
Переданных байт TX LAN	62097
Индикатор TX байт за минуту	3
Принятых байт RX LAN	60988
Индикатор RX байт за минуту	1
Неисправность CB	257
Флаг перезаписи конфигурации CB	0
Флаг перезаписи прошивки CB	0
CB запущен в	09.12.2021 13:54:40
CB в работе	0 суток 00:10:25

Рисунок 12 – Вкладка «Системные»

5.3.15 Для определения исключений устройства CB-04, можно воспользоваться кнопкой на вкладке «Исключения» (см. рисунок 13).

Параметр	Значение
Software исключения	Не обнаружены!
ex_kind	
ex_value	
PC value	
ADDR value	
Status value	
Hardware исключения	Не обнаружены!
ex_kind	
ex_value	
PC value	
ADDR value	
Status value	

Рисунок 13 – Вкладка «Исключения»

5.3.16 Для определения состояния и информационных переменных РТР устройства CB-04 можно воспользоваться кнопкой на вкладке «РТР» (см. рисунок 14).

SNTP		SNMP		Лог-файлы		Загрузка		Визуализация		Системные	
О сервере		NMEA		PTP		Исключения					
Параметр	Значение										
PTP-метод	E2E										
Текущее состояние PTP	PTP_MASTER										
Кол-во обработок BMC-механизма	1										
Последний переход BMC-механизма	PTP_MASTER										
Кол-во обработок Handle	0										
Состояние Handle	PTP_MASTER										
Текущее смещение внутренних часов MASTER (нс)	0										
Значение смещения MASTER после фильтра (нс)	0										
Текущее смещение внутренних часов SLAVE (нс)	0										
Значение смещения SLAVE после фильтра (нс)	0										
Переменная 1	39										
Переменная 2	430156										
Переменная 3	31										
Переменная 4	392										

Рисунок 14 – Вкладка «PTP»

5.3.17 Для вычитывании информации об устройстве СВ-04, можно воспользоваться кнопкой на вкладке «О сервере» (см. рисунок 15).

Диагностика		О сервере		NMEA		PTP		Исключения		Сводная	
Свойство	Значение										
IP-адрес	192.168.0.100										
Идентификатор модуля	SV-04 ver 1.2b										
Серийный номер	00523										
Дата выпуска	07.12.2021										
Идентификатор версии прошивки	SV_04_v2.0.4										
Дата файла прошивки	03.12.2021										
Размер файла прошивки	500289										
Контрольная сумма CRC32	0xBA61FF25										

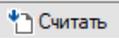
Рисунок 15 – Вкладка «О сервере»

5.3.18 Для тестирования сообщений SNMP можно воспользоваться кнопкой на вкладке «SNMP» (см. рисунок 16).

SNTP		SNMP		Лог-файлы		Загрузка		Визуализация		Системные	
Идентификатор	Значение										
Описание устройства	14:13:49.625 - SV_04 v1.0 SNMP Agent(EKRA)										
Статус синхронизации	14:13:49.640 - State: Sync										
Спутников ГЛОНАСС	14:13:49.654 - GLN: 5										
Спутников GPS	14:13:49.669 - GPS: 7										

Пароль COMMUNITY:

Рисунок 16 – Вкладка «SNMP»

5.3.19 Для вычитывания лог-файлов с карты памяти (в папках CPU1, CPU2) устройства СВ можно воспользоваться кнопкой  на вкладке «Лог-файлы» (см. рисунок 17). Лог-файлы подразделяются на общие и лог-файлы информационной безопасности (ИБ). Файлы вычитываются и сохраняются в выбранной директории в папке “logs”, далее в папке с текущим IP-адресом выбранного устройства СВ-04 и в соответствующих папках CPU1, CPU2, в которых для лог-файлов ИБ дополнительно создается папка «SECURITY».

В общих лог-файлах фиксируется информация о параметрах при включении устройства СВ-04 и раз в секунду – смещение внутренних программных часов относительно времени, получаемого со спутников, количество спутников, средний уровень сигналов, изменение состояния портов, изменение статуса синхронизации, изменение состояния РТР. Для включения записи лог-файлов необходимо включить параметр *LOG_ENABLE* (см. раздел 6).

В лог-файлах ИБ фиксируются действия оператора (запись конфигурации, запись прошивки, подача команды на перезапуск устройства СВ-04 и др.) с указанием метки времени и способа управления. Лог-файлы ИБ в отличие от общих лог-файлов невозможно отключить.

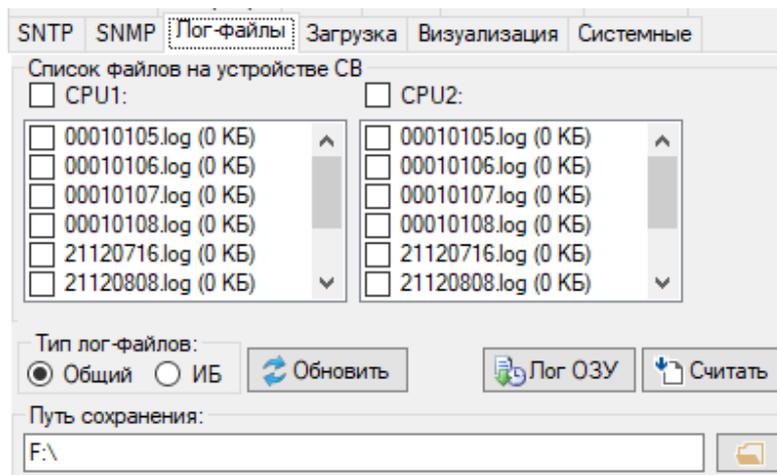


Рисунок 17 – Вкладка «Лог-файлы»

5.3.20 Для настройки приемника можно перейти на вкладку «Приемник» (см. рисунок 18). Команды чтения, записи и перезагрузки приемника доступны только в режиме администрирования.

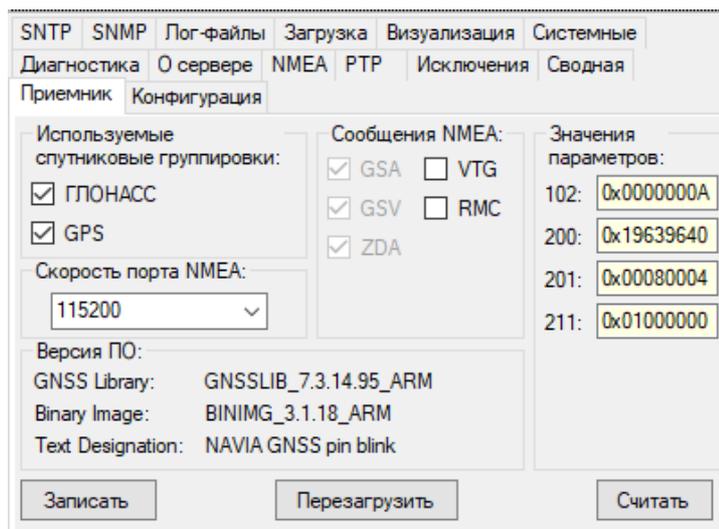


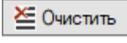
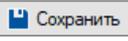
Рисунок 18 – Вкладка «Приемник»

5.3.21 Для чтения текущей активной конфигурации из оперативной памяти устройства СВ можно воспользоваться кнопкой «Считать с ОЗУ» на вкладке «Конфигурация» (см. рисунок 19).

Параметр	Значение
Сетевые параметры	
MACADDR:	00.26.57.F1.0B.FD
IPADDR:	192.168.0.100
NETMASK:	255.255.255.0
GATEWAYIP:	192.168.0.239
SNTP_BACKUP_EN:	ОТКЛ.
VMACADDR:	00.04.A3.00.00.00
VIPADDR:	192.168.0.102
Общие	
TIME_ZONE:	+3
OFFSET_CLOCK:	20
LOCAL_TIMEOUT_ENABLED:	ВКЛ.
LOCAL_TIMEOUT:	35
EMULATION_PPS:	ОТКЛ.
STOP_TIME:	ОТКЛ.
NMEA_SPEED:	115200
LIMIT_OFFSET:	ОТКЛ.

Считать с ОЗУ

Рисунок 19 – Вкладка «Конфигурация»

5.3.22 Для очистки окна протокола можно воспользоваться кнопкой , для сохранения лога протокола в файл можно воспользоваться кнопкой .

6 Структура файла конфигурации

6.1 В файле конфигурации не рекомендуется добавлять новые строки или удалять существующие, так как это может привести к неправильной работе устройства СВ-04. Ошибка в файле конфигурации может привести к невозможности запуска устройства СВ-04 в заданном режиме при очередном включении питания. Для восстановления работоспособности сервера следуйте инструкциям раздела 7.

6.2 При редактировании файла конфигурации допускается изменять значения только после знака равенства, при этом цифровые значения нельзя заменять буквенными, а буквенные цифровыми. При редактировании допускается использовать только латинские символы. Каждая строка INI файла должна завершаться символом возврата каретки. После записи нового файла конфигурации необходимо перезапустить устройство СВ-04.

6.3 Расшифровка полей файла "config.ini".

Ниже приводится рабочий пример и расшифровка полей файла конфигурации.

```
//----- START -----
[GLOBAL]
TIME_ZONE=3
NTP_BR_ENABLE=0
NTP_BR_INTERVAL=6
NTP_AK_ENABLE=0
OFFSET_CLOCK=0
OFFSET_PPS=0
WIDTH_PPS=200
WIDTH_PPS_LOCAL=200
PERIOD_PPS=1
INVERSION_PPS=0
INVERSION_IRIGB=0
CH_IRIG_TO_PPS=0
CH_TTL_IRIG=0
PTP_OVER_ETH=1
VMACADDR=00.04.A3.00.00.00
VIPADDR=192.168.0.102
SNMP_COMMUNITY=public
SNMP_COMMUNITY_RW=private
SNMP_USER=usr-md5-des
SNMP_AUTH_PROTOCOL=1
SNMP_AUTH_KEY=84B5F0C3EC186753
SNMP_PRIV_PROTOCOL=1
SNMP_PRIV_KEY=7DCE89A2AE7DECA2
DEACTIVATE_PPS=1
DEACTIVATE_TIME=3600
EMULATION_PPS=0
LOCAL_TIMEOUT_ENABLE=1
LOCAL_TIMEOUT=35
NMEA_SPEED=1
LIMIT_OFFSET_ENABLE=0
LOG_LANGUAGE=RU
[END_GLOBAL]
[CPU_M1]
MACADDR=00.26.57.F1.04.0D
NETMASK=255.255.255.0
GATEWAYIP=192.168.0.239
IPADDR=192.168.0.100
PTP_ENABLE=0
PTP_MASTER=1
DOMAIN_NUMBER=0
NUMBER_PORT=1
```

Редакция от 22.02.2022 г.

```
PTP_METHOD=E2E
PTP_STEP=1
CLOCK_PRIORITY=1
CLOCK_PRIORITY2=1
CLOCK_CLASS=6
CLOCK_ACCURACY=23
LOG_ANNOUNCE_INTERVAL=0
ANNOUNCE_RECEIPT_TIMEOUT=2
LOG_SYNC_INTERVAL=0
LOG_DELAY_REQ_INTERVAL=0
LOG_PDELAY_REQ_INTERVAL=0
PTP_DEBUG=0
LOG_ENABLE=0
SNTP_BACKUP_EN=0
STOP_TIME=0
VLAN=0
VLAN_ID=2
VLAN_PTP=0
VLAN_PTP_ID=2
VLAN_PRIORITY=6
C37_238=0
UTC_OFFSET=37
PRP_EN=0
PRP_PTP_EN=0
PRP_TYPE=A
PRP_SUPERVISION_EN=1
[END_CPU_M1]
[CPU_M2]
MACADDR=00.26.57.F1.04.0E
NETMASK=255.255.255.0
GATEWAYIP=192.168.0.239
IPADDR=192.168.0.101
PTP_ENABLE=0
PTP_MASTER=1
DOMAIN_NUMBER=0
NUMBER_PORT=1
PTP_METHOD=E2E
PTP_STEP=1
CLOCK_PRIORITY=2
CLOCK_PRIORITY2=2
CLOCK_CLASS=7
CLOCK_ACCURACY=23
LOG_ANNOUNCE_INTERVAL=0
ANNOUNCE_RECEIPT_TIMEOUT=2
LOG_SYNC_INTERVAL=0
LOG_DELAY_REQ_INTERVAL=0
LOG_PDELAY_REQ_INTERVAL=0
PTP_DEBUG=0
LOG_ENABLE=0
SNTP_BACKUP_EN=0
STOP_TIME=0
VLAN=0
VLAN_ID=2
VLAN_PTP=0
VLAN_PTP_ID=2
VLAN_PRIORITY=6
C37_238=0
UTC_OFFSET=37
PRP_EN=0
```

```
PRP_PTP_EN=0
PRP_TYPE=B
PRP_SUPERVISION_EN=1
[END_CPU_M2]
```

//-----END-----

[GLOBAL]:	раздел для общих (для двух интерфейсов) настроек устройства CB-04;
TIME_ZONE:	[dec] часовой пояс (смещение в часах относительно UTC);
NTP_BR_ENABLE:	[dec] 1 – широковещательные SNTP(NTP) сообщения устройства CB-04 включены; 0 - отключены;
NTP_BR_INTERVAL:	[dec] интервал широковещательных SNTP(NTP) сообщений устройства CB-04 в секундах (в соответствии с RFC-2030 значение должно соответствовать степени числа 2). Отправка сообщений производится только при наличии синхронизации. Значение 0 запрещает отправку широковещательных сообщений (минимальное значение 4);
NTP_AK_ENABLE:	[dec] 1 – режим аутентификации широковещательных NTP сообщений включен; 0 - отключен. Для аутентификации используются 10 ключей, записанных в файле <i>ntp.keys</i> в устройстве CB-04;
OFFSET_CLOCK:	[dec] смещение t = OFFSET_CLOCK в наносекундах внутренних часов относительно фронта 1PPS приемника. Настройка позволяет компенсировать возможное смещение начала «атомной» секунды и сигнала 1PPS приемника, рабочие значения должны быть в интервале от минус 1 000 000 до плюс 1 000 000 нс. Следует учитывать задержку распространения сигнала в кабеле между антенной и устройством CB-04, 1 м медного кабеля вносит задержку в сигнал 1PPS на 5 нс;
OFFSET_PPS:	[dec] смещение выходного 1PPS сигнала в микросекундах относительно фронта 1PPS приемника RM-01, рабочие значения должны быть в интервале от минус 250 000 до плюс 250 000 мкс. Настройка позволяет компенсировать задержку сигнала в кабеле;
WIDTH_PPS:	[dec] ширина импульса 1PPS в миллисекундах от 1 до 950 мс;
WIDTH_PPS_LOCAL:	[dec] ширина импульса 1PPS при отсутствии синхронизации со спутниками, в миллисекундах от 1 до 950 мс (ограничивается шириной, заданной параметров <i>WIDTH_PPS</i>);
PERIOD_PPS:	[dec] период, через который CB-04 будет выдавать один импульс PPS, задается в секундах. Рабочие значения должны быть в интервале от 1 до 3600 с. При <i>PERIOD_PPS</i> = 60 выходной сигнал превращается в сигнал PPM (выдается один импульс в начале минуты), в остальных случаях импульс PPS выдается через фиксированное число секунд;
INVERSION_PPS:	[dec] 1 – инверсия 1PPS включена, 0 – инверсия отсутствует;
INVERSION_IRIGB:	[dec] 1 – инверсия IRIG-B включена, 0 – инверсия отсутствует;
CH_IRIG_TO_PPS:	[dec] 1 – IRIG-B сигнал будет заменен на 1PPS сигнал от ядра Core 1, 0 – (обычный режим) выдается сигнал IRIG-B;
CH_TTL_IRIG:	[dec] 1 – на TTL выходе разъема X2 (контакты 7, 8) будет IRIG-B сигнал, 0 – (обычный режим) на выходе TTL будет 1PPS сигнал;
PTP_OVER_ETH:	[dec] 1 – работа PTP на MAC уровне (рекомендуется), 0 – поверх UDP (не используются);
VMACADDR:	[dotted hex] групповой MAC адрес виртуального шлюза SNTP устройства CB-04;
VIPADDR:	[dotted dec] групповой IP-адрес виртуального шлюза SNTP устройства CB-04;
SNMP_COMMUNITY:	[ASCII] пароль для SNMP запросов только чтения (community), максимальная длина пароля 16 символов;
SNMP_COMMUNITY_RW:	[ASCII] пароль для SNMP запросов чтения/записи (community), максимальная длина пароля 16 символов;

SNMP_USER:	[ASCII] имя пользователя SNMP агента, максимальная длина имени пользователя 16 символов;
SNMP_AUTH_PROTOCOL:	[dec] 0 – без аутентификации(хеширования), 1 – MD5, 2 – SHA1. Алгоритм аутентификации(хеширования);
SNMP_AUTH_KEY:	[ASCII] пароль аутентификации(хеширования), максимальная длина пароля 32 символа;
SNMP_PRIV_PROTOCOL:	[dec] 0 – без шифрования, 1 – DES, 2 – AES-128. Алгоритм шифрования;
SNMP_PRIV_KEY:	[ASCII] пароль шифрования, максимальная длина пароля 32 символа;
DEACTIVATE_PPS:	[dec] 1 – включает режим отключения сигнала 1PPS при расхождении сигнала 1PPS, приходящего с приемника, более 1 мкс или через время, в секундах, заданное параметром DEACTIVATE_TIME, при отсутствии синхронизации со спутниками и при количестве видимых спутников менее четырех каждой группировки (ГЛОНАСС, GPS). В этом режиме сигнал 1PPS включается только после подстройки хода часов (необходимо около 70 с) при включении или после появления синхронизации со спутниками. 0 – выключает режим отключения сигнала 1PPS. При этом сигнал 1PPS появляется через 5 с после появления синхронизации со спутниками (разница между сигналами 1PPS собственных часов и выдаваемых со “спутников” менее 1 мкс и количество сигналов со спутников не менее четырех одной из группировок) после включения питания. При потере синхронизации со спутниками или при количестве видимых спутников менее четырех каждой группировки не приводит к отключению сигнала 1PPS в течении заданного времени;
DEACTIVATE_TIME:	[dec] время, через которое будет отключен сигнал 1PPS при отсутствии синхронизации со спутниками и при количестве видимых спутников менее четырех каждой группировки;
EMULATION_PPS:	[dec] 1 – включает режим эмуляции 1PPS, 0 – нормальный режим работы. В режиме эмуляции сигнал 1PPS включается сразу без ожидания синхронизации со спутниками, при этом количество спутников фиксированное: GPS – 4, ГЛОНАСС – 6. Этот режим используется в тестовых целях. При этом статус устройства СВ-04 всегда будет “синхронизировано” независимо от количества видимых спутников, принимаемых группировок. При появлении не менее четырех спутников одной из группировок фронт сигнала 1PPS будет подведен к фронту сигнала 1PPS со спутников (UTC);
LOCAL_TIMEOUT_ENABLE:	[dec] 1 – включает режим задержки перехода в режим от внутренних часов (“LOCAL”), при количестве спутников менее четырех. При расхождении сигнала 1PPS, приходящего с приемника, и сигнала 1PPS собственных часов более 1 мкс или через время, в секундах, заданное параметром LOCAL_TIMEOUT, при количестве видимых спутников менее четырех каждой группировки (ГЛОНАСС, GPS) СВ-04 переходит в режим от внутренних часов (“LOCAL”). После изменения и записи конфигурационного файла необходимо сбросить или выключить и включить устройство СВ-04; 0 – выключает режим задержки перехода в режим от внутренних часов;
LOCAL_TIMEOUT:	[dec] время, через которое СВ-04 перейдет в режим от внутренних часов (“LOCAL”) при количестве видимых спутников менее четырех каждой группировки. Рабочие значения должны быть в интервале от 0 до 3600 с;

NMEA_SPEED:	[dec] скорость обмена процессора с приемником, установленная при начальной инициализации устройства CB-04. При несоответствии данного параметра со скоростью приемника в процессоре запускается механизм перебора скорости от 4800 до 115200 бод;
LIMIT_OFFSET_ENABLE:	[dec] 1 – включает ограничение смещения внутренних часов, при их коррекции (при подстройке к началу секунды UTC) каждую секунду, на величину не более 1 мкс; 0 – выключает ограничение;
LOG_LANGUAGE:	[ASCII] язык для записей в лог-файлах. RU – русский; EN – английский.
[CPU_M1]:	раздел для конфигурации LAN1 интерфейса и ядра Core 0 процессора;
[CPU_M2]:	раздел для конфигурации LAN2 интерфейса и ядра Core 1 процессора;
MACADDR:	[dotted hex] MAC адрес устройства;
NETMASK:	[dotted dec] маска подсети;
GATEWAYIP:	[dotted dec] IP-адрес шлюза для данной подсети;
IPADDR:	[dotted dec] IP-адрес устройства;
PTP_ENABLE:	[dec] 1 – включает протокол PTP, 0 – отключает протокол PTP;
PTP_MASTER:	[dec] 1 – PTP GrandMaster, 0 – PTP Slave (режим Slave используется в тестовых целях и возможен только для CPU_M2);
DOMAIN_NUMBER:	[dec] номер домена PTP, рабочие значения должны быть в интервале от 0 до 127;
NUMBER_PORT:	[dec] номер порта PTP, рабочие значения должны быть в интервале от 0 до 65535;
PTP_METHOD:	[ASCII] E2E – end-to-end delay mechanism, P2P – peer-to-peer delay mechanism. Метод вычисления физической задержки между портами PTP устройств;
PTP_STEP:	[dec] 0 – ONE STEP (аппаратно не поддерживается), 1 – TWO STEP (основной режим, более точный для CB-04);
CLOCK_PRIORITY:	[dec] приоритет для PTP-Master часов, используется BMC алгоритмом для поиска наилучшего мастера в сети. Меньшее значение соответствует большему приоритету (для мастеров в одной сети необходимо выставлять разные приоритеты для правильной работы алгоритма BMC), рабочие значения должны быть в интервале от 0 до 127;
CLOCK_PRIORITY2:	[dec] приоритет 2 для PTP-Master часов, используется BMC алгоритмом для поиска наилучшего мастера в сети. Меньшее значение соответствует большему приоритету, рабочие значения должны быть в интервале от 0 до 127;
CLOCK_CLASS:	[hex] класс часов, используется BMC алгоритмом поиска наилучшего мастера в сети, рабочие значения должны быть 0x06 или 0x07;
CLOCK_ACCURACY:	[hex] точность часов, используется BMC алгоритмом для поиска наилучшего мастера в сети (0x23 - точность до 1 мкс; 0x22 - точность до 250 нс);
LOG_ANNOUNCE_INTERVAL:	[dec] интервал сообщений Announce для PTP. Указывается степень числа 2 ($T = 2^X$), рабочие значения должны быть в интервале от минус 3 до плюс 4;
ANNOUNCE_RECEIPT_INTERVAL:	[dec] интервал ожидания сообщений Announce для PTP. Указывается коэффициент умножения на интервал сообщений Announce ($T = X \cdot \text{LOG_ANNOUNCE_INTERVAL}$), рабочие значения должны быть в интервале от 1 до 19;

LOG_SYNC_INTERVAL:	[dec] интервал сообщений SYNC для PTP. Указывается степень числа 2 ($T = 2^X$), рабочие значения должны быть в интервале от минус 3 до плюс 4;
LOG_DELAY_REQ_INTERVAL:	[dec] интервал сообщений DELAY_REQ_INTERVAL для PTP. Указывается степень числа 2 ($T = 2^X$), рабочие значения должны быть в интервале от минус 3 до плюс 4;
LOG_PDELAY_REQ_INTERVAL:	[dec] интервал сообщений PDELAY_REQ_INTERVAL для PTP. Указывается степень числа 2 ($T = 2^X$), рабочие значения должны быть в интервале от минус 3 до плюс 4;
PTP_DEBUG:	[dec] 1(2) – вывод отладочных сообщений на отладочные интерфейсы. 0 – нормальный режим;
LOG_ENABLE:	[dec] 1 – включает ведение лог-файлов в папках CPU1, CPU2, соответствующих ядер процессора, вида “aabbccdd.log”, где aa – год, bb – месяц, cc – день, dd – час создания лог-файла. 0 – выключает режим ведения лог-файлов;
SNTP_BACKUP_EN:	[dec] 1 – активирование виртуального шлюза SNTP. 0 – функция SNTP шлюза отключена. ВНИМАНИЕ! Для активации функции резервирования SNTP протокола PTP протокол должен быть активирован в режиме PTP-Master (PTP_ENABLE=1 и PTP_MASTER=1);
STOP_TIME:	[dec] 1 – внутренние часы устройства CB-04 останавливаются на значении 01.01.2013 00:00:00 (используется только для отладочных целей), 0 – нормальный режим работы сервера. Настройка позволяет контролировать корректность работы PTP, SNTP, IRIG-B клиентов;
VLAN:	[dec] 0 – VLAN отключен, 1 – VLAN включен;
VLAN_ID:	[dec] идентификатор VLAN ID. Рабочие значения должны быть в интервале от 0 до 4094;
VLAN_PTP:	[dec] 0 – VLAN для PTP протокола отключен, 1 – VLAN для PTP протокола включен;
VLAN_PTP_ID:	[dec] идентификатор VLAN ID для PTP протокола. Рабочие значения должны быть в интервале от 0 до 4094;
VLAN_PRIORITY:	[dec] приоритет VLAN. Рабочие значения должны быть в интервале от 0 до 7;
C37_238:	[dec] 0 – отключена поддержка стандарта IEEE C 37.238, 1 – включена поддержка стандарта IEEE C 37.238;
UTC_OFFSET:	[dec] смещение UTC относительно атомных часов TAI (на 25.01.2017г. составляет 37 с).
PRP_EN:	[dec] 0 – PRP отключен, 1 – PRP включен (при включении протокола PRP необходимо выставить одинаковые параметры сети для каждого интерфейса LAN1 и LAN2);
PRP_PTP_EN:	[dec] 0 – PRP для PTP сообщений отключен, 1 – PRP для PTP сообщений включен (при включении протокола PRP необходимо выставить одинаковые параметры для каждого интерфейса LAN1 и LAN2 и выставить PRP_EN = 1);
PRP_TYPE:	[ASCII] A (латиница) – тип сети PRP LAN-A, B (латиница) – тип сети PRP LAN-B.
PRP_SUPERVISION_EN:	[dec] 0 – пакеты PRP_Supervision отключены, 1 – пакеты PRP_Supervision включены (отправляются при включении протокола PRP).

ВНИМАНИЕ: В ПРЕДЕЛАХ ФАЙЛА КОНФИГУРАЦИИ НЕ ДОПУСКАЕТСЯ НАЛИЧИЕ ОДИНАКОВЫХ IP- и MAC- АДРЕСОВ ПРИ ОТКЛЮЧЕННОМ ПРОТОКОЛЕ PRP.

Установка в файле конфигурации переменных ***SNTP_BACKUP_EN=1, PTP_ENABLE=1, PTP_MASTER=1*** активирует режим SNTP шлюза. SNTP шлюз используется для того, чтобы привязать несколько устройств СВ-04 (не более трех) к одному виртуальному IP- и MAC-адресу ***VIPADDR/VMACADDR***. После включения питания устройства СВ-04 занимают адреса по умолчанию ***IPADDR/MACADDR***. Используя низкоуровневые сообщения, каждое устройство СВ-04 периодически анонсирует свои данные: ***CLOCK_PRIORITY, CLOCK_CLASS, CLOCK_ACCURACY*** в полном соответствии со спецификацией IEEE1588. Устройство СВ-04 с максимальным приоритетом займет виртуальный IP/MAC шлюза, освободив адрес по умолчанию, в то время как остальные устройства СВ-04 должны перейти в режим «Passive». Следует учитывать, что в режиме резервирования текущий приоритет устройства СВ-04 будет в первую очередь зависеть от значения переменной ***CLOCK_PRIORITY*** и качества принимаемых сигналов со спутников. Поэтому основное устройство СВ-04 должно иметь значение по умолчанию ***CLOCK_PRIORITY=1, CLOCK_PRIORITY2=1***, в то время как резервное должно иметь значение по умолчанию ***CLOCK_PRIORITY=2, CLOCK_PRIORITY2=2***. Ухудшение качества сигнала ведущего устройства СВ-04 приведет к уменьшению текущего приоритета, после чего роль ведущего мастера будет передана резервному устройству СВ-04. Несмотря на использование арбитражной логики протокола PTP, качество работы схемы резервирования не зависит от типа коммуникационного оборудования и одинаково работает как с PTP, так и с non-PTP свитчами (соответственно необходимо устанавливать режимы P2P для коммутаторов с поддержкой PTPv2 и E2E для коммутаторов без поддержки PTPv2).

7 Техническое обслуживание и текущий ремонт изделия

7.1 Общие указания

7.1.1 В процессе эксплуатации устройства СВ-04 необходимо проводить его техническое обслуживание с периодичностью не реже одного раза в 4 года.

7.1.2 При выявлении неработоспособного состояния устройства СВ-04 следует произвести текущий ремонт изделия в соответствии с 7.4.

7.2 Меры безопасности

7.2.1 По способу защиты человека от поражения электрическим током устройство СВ-04(-А) (исп. $U_{НОМ} \sim 220$ В) соответствует классу I по ГОСТ 12.2.007.0-75, а устройство СВ-04(-А) (исп. $U_{НОМ} = 24$ В) – классу III по ГОСТ 12.2.007.0-75.

7.2.2 Для защиты от прикосновения с токоведущими частями устройство СВ-04 имеет оболочку.

7.2.3 При эксплуатации устройства СВ-04 необходимо руководствоваться «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» и «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок».

7.2.4 Требования к персоналу и правила работы с устройством СВ-04, необходимые при его обслуживании и эксплуатации, приведены в разделе 3 настоящего РЭ.

7.2.5 При соблюдении требований эксплуатации и хранения устройство СВ-04 не создает опасности для окружающей среды.

7.3 Порядок технического обслуживания изделия

7.3.1 Устройство СВ-04 имеет встроенные функции перезапуска при зависании (сторожевой таймер) и не требует периодического тестирования.

7.3.2 Особое внимание при проведении технического обслуживания следует уделить протяжке винтов на разъемах и самом устройстве СВ-04.

7.4 Поиск и устранение отказов изделия

7.4.1 В устройстве СВ-04, при наличии питающего напряжения, могут быть выявлены следующие отказы изделия:

- мигают индикаторы в соответствии с описанием неисправностей в 2.16;
- в конфигураторе не удается найти устройство СВ в сети;
- устройство СВ не выдает сигналы 1PPS, IRIG-B.

7.4.2 При наличии всех перечисленных в 7.4.1 отказов изделия следует произвести проверку и, при необходимости, восстановление карты памяти типа MicroSD в устройстве СВ-04.

7.4.2.1 Демонтаж и разборку устройства СВ-04 следует производить в обесточенном состоянии.

7.4.2.2 Для доступа к карте памяти необходимо открутить один винт на задней панели устройства СВ-04 и снять защитную заглушку (рисунок 20).

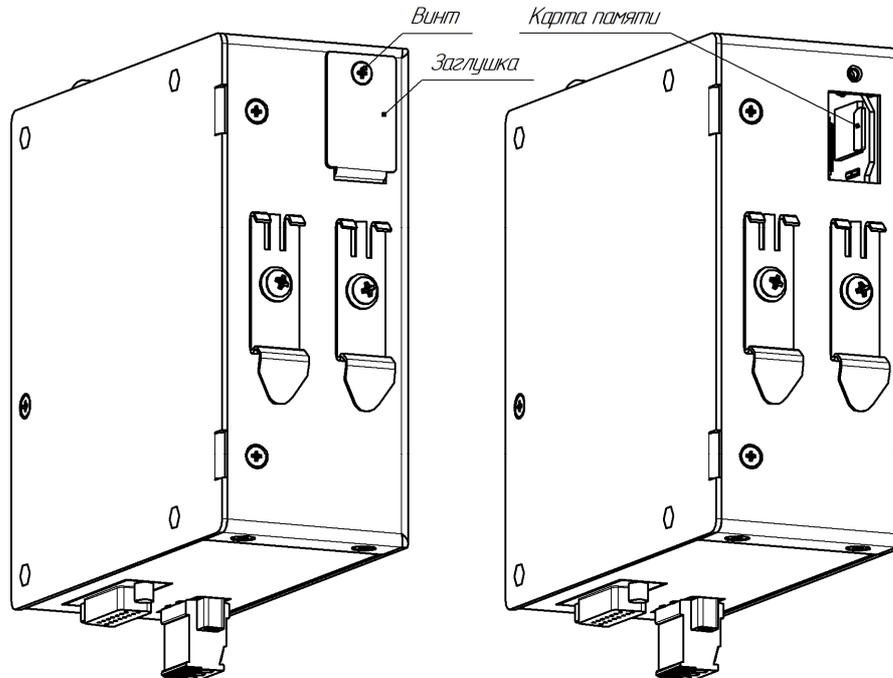


Рисунок 20 – Доступ к карте памяти

7.4.2.3 Для извлечения карты памяти из разъема необходимо:

- удалить фиксирующий клей-герметик на карте памяти (при его наличии);
- легким нажатием на карту памяти отщелкнуть ее от разъема;
- извлечь карту памяти из разъема.

7.4.2.4 Необходимо подключить карту памяти к персональному компьютеру и произвести проверку на наличие ошибок стандартными средствами Windows: «Свойства -> Сервис -> Выполнить проверку» – с параметрами согласно рисунку 21. После установить карту памяти в устройство СВ-04 и проверить его работоспособность.

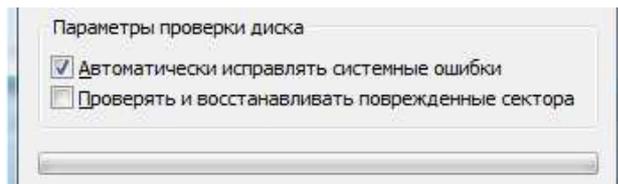


Рисунок 21 – Параметры проверки

7.4.2.5 Если средство проверки на наличие ошибок запустить не удалось, и с карты памяти невозможно произвести чтение файлов, необходимо произвести форматирование с параметрами согласно рисунку 22.

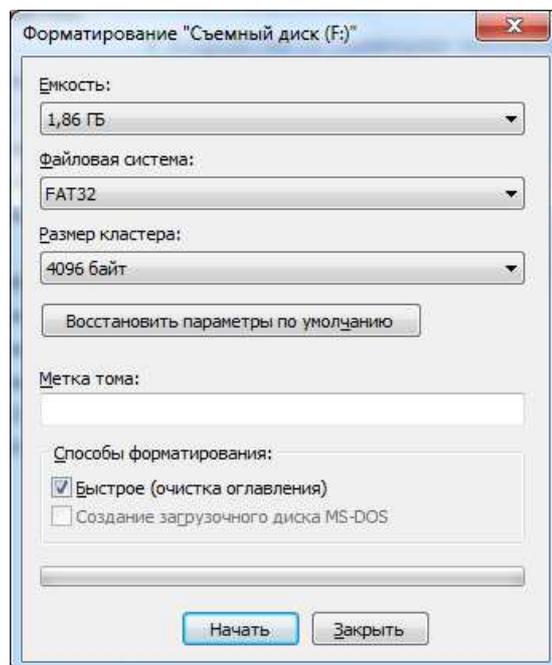


Рисунок 22 – Параметры форматирования

7.4.2.6 Загрузить на карту памяти файл прошивки “sv_04.bin” и файл конфигурации “config.ini”, файлы с заводскими настройками доступны на CD-диске, поставляемом в комплекте с устройством СВ-04, либо на сайте dev.ekra.ru. При успешном запуске, файлы загружаются во внутреннюю память устройства СВ-04 и переименовываются в файлы с расширениями “.tmp” и “.bak”.

7.4.2.7 После успешного восстановления карты памяти, установить ее обратно в устройство СВ-04, проверить его работоспособность и выполнить настройку конфигурации. В противном случае устройство СВ-04 следует передать производителю для проведения ремонта.

7.4.2.8 Установить заглушку на место.

7.5 Проверка работоспособности изделия

7.5.1 Проверка работоспособности устройства СВ-04 должна производиться с учетом требований, приведенных в разделах 2 и 3 настоящего РЭ.

7.5.2 Средства измерений, вспомогательные технические устройства и материалы, не входящие в состав устройства СВ-04, для проверки его работоспособности не требуются.

8 Хранение и транспортирование

8.1 Условия хранения устройства СВ-04 в упаковке изготовителя соответствуют группе 5 по ГОСТ 15150-69 (температура воздуха от минус 50 °С до плюс 50 °С, относительная влажность воздуха не более 98 % при температуре плюс 25 °С, отсутствие коррозионно-активных агентов в окружающей среде).

8.2 Транспортирование упакованного устройства СВ-04 может проводиться всеми видами закрытого транспорта (автомобильным, железнодорожным, авиационным (в отапливаемом герметизированном отсеке)) в соответствии с установленными для каждого вида транспорта правилами перевозки грузов.

8.3 Условия транспортирования устройства СВ-04 соответствуют условиям хранения 5 по ГОСТ 15150-69 (температура воздуха от минус 50 °С до плюс 50 °С, относительная влажность воздуха не более 98 % при температуре плюс 25 °С).

8.4 Условия транспортирования устройства СВ-04 в упаковке в части воздействия механических факторов соответствуют жестким (Ж) по ГОСТ 23216-78.