

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СН3020

Руководство по эксплуатации

2ИУСН.949.001 РЭ

Содержание

Введение	3
1 Описание преобразователей СН3020 и принцип их работы.....	4
1.1 Назначение	4
1.2 Технические характеристики	7
1.3 Состав преобразователей СН3020	10
1.4 Устройство и работа преобразователей СН3020	11
1.5 Средства измерений, инструмент и принадлежности	18
1.6 Маркировка и пломбирование	19
1.7 Упаковка	20
2 Использование по назначению	20
2.1 Эксплуатационные ограничения	20
2.2 Подготовка преобразователей СН3020 к работе	20
2.3 Использование преобразователей СН3020	21
2.4 Действия в экстремальных условиях	22
3 Техническое обслуживание и ремонт	24
3.1 Общие указания	24
3.2 Меры безопасности	24
3.3 Порядок технического обслуживания	24
3.4 Техническое освидетельствование	25
4 Хранение	25
5 Транспортирование	26
Приложение А (справочное) Инструкция по эксплуатации программы «Config 3020»	27
Приложение Б (справочное) Варианты крепления преобра- зователей СН3020	35
Приложение В (справочное) Схемы подключения преобра- зователей СН3020	36
Приложение Г (обязательное) Протокол информационного обмена преобразователей СН3020	41
Приложение Д (справочное) Описание работы с программой «Metrolog 3020».....	82

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) преобразователей измерительных многофункциональных СН3020 (далее – преобразователи СН3020) предназначено для обеспечения потребителя всеми сведениями, необходимыми для правильной эксплуатации преобразователей СН3020. РЭ содержит технические данные, описание работы, методику поверки, указания по использованию, техническому обслуживанию, упаковке, транспортированию и хранению.

До начала работы с преобразователями СН3020 необходимо ознакомиться с настоящим РЭ.

Персонал, осуществляющий обслуживание и ремонт преобразователей СН3020 должен руководствоваться ПОТ РМ-016-2001, РД153-34.0-03.150-00 «Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».

Подключение и отключение преобразователей СН3020 необходимо выполнять только при отключении силовых цепей, приняв меры против случайного включения.

По защите от поражения электрическим током преобразователи СН3020 соответствуют категории измерений III по ГОСТ Р 52319-2005.

ВНИМАНИЕ! Настоящие изделия удовлетворяют нормам промышленных радиопомех, установленным для оборудования класса А по ГОСТ Р 51318.22-99 (СИСПР22-97), и не должны применяться в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением и подключаться к низковольтным распределительным электрическим сетям.

В РЭ приняты следующие сокращения:

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ИТТ – измерительный трансформатор тока;

ИТН – измерительный трансформатор напряжения;

K_T – коэффициент трансформации ИТТ;

K_N - коэффициент трансформации ИТН;

ПЭВМ - персональная электронно-вычислительная машина;

EEPROM – энергонезависимая память.

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его технико-эксплуатационные параметры, в конструкцию преобразователей СН3020 могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

1 Описание преобразователей СН3020 и принцип их работы

1.1. Назначение

1.1.1 Преобразователи СН3020 соответствуют требованиям ГОСТ 24855-81, ГОСТ 12997-87, ГОСТ 22261-94, ТУ 4221-026-16851585-2007 и комплекту технической документации, а также требованиям ГОСТ Р 52319-2005, ГОСТ Р 51522.1-2011, ГОСТ Р 51317.3.2-2006, ГОСТ Р 51317.3.3-2008.

Преобразователи СН3020 зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений за №34280-07. Сертификат об утверждении типа средств измерений № 27236 от 16.02.2012 г.

1.1.2 Преобразователи СН3020 предназначены для измерения действующих значений переменного тока и напряжения, активной, реактивной и полной мощностей, частоты сети и передачи их значений по гальванически развязанным интерфейсам RS485 (далее – интерфейс). Преобразователи СН3020 предназначены для применения на электростанциях и подстанциях.

Преобразователи СН3020 подключаются непосредственно к ИТТ и ИТН.

1.1.3 Преобразователи СН3020 имеют возможность установки по интерфейсам значение K_T ИТТ и K_N ИТН.

1.1.4 Преобразователи СН3020 обеспечивают измерение параметров трехпроводных и четырехпроводных электрических сетей переменного тока и выдачу результатов по интерфейсам в соответствии с таблицей 1.

Протоколы обмена: FT1.2, Modbus ASCII, Modbus RTU.

Таблица 1

Наименование параметра	Обозначение	Измеряемые параметры			
		СН3020/1-4-XXX-X	СН3020/1-3-XXX-X	СН3020/2-4-XXX	СН3020/2-3-XXX
Действующее значение фазного напряжения	U_a	+	-	+	-
	U_b	+	-	+	-
	U_c	+	-	+	-
Действующее значение линейного напряжения	U_{ab}	-	+	-	+
	U_{cb}	-	+	-	+
Действующее значение междуфазного напряжения	U_{ab}	+	-	+	-
	U_{bc}	+	-	+	-
	U_{ca}	+	-	+	-
Действующее значение фазного тока	I_a	+	+	-	-
	I_b	+	-	-	-
	I_c	+	+	-	-
Активная мощность фазы нагрузки	P_a	+	-	-	-
	P_b	+	-	-	-
	P_c	+	-	-	-
Суммарная активная мощность	P	+	+	-	-
Реактивная мощность фазы нагрузки	Q_a	+	-	-	-
	Q_b	+	-	-	-
	Q_c	+	-	-	-
Суммарная реактивная мощность	Q	+	+	-	-
Полная мощность фазы нагрузки	S_a	+	-	-	-
	S_b	+	-	-	-
	S_c	+	-	-	-
Суммарная полная мощность	S	+	+	-	-
Частота сети	F	+	+	+	+
Примечание - Знак «+» означает, что параметр измеряется, знак «-» - не измеряется.					

1.1.5 Преобразователи СН3020 предназначены для использования в стационарных условиях макроклиматических районов с умеренным климатом при температуре от минус 25 до 50 °С и относительной влажности 95 % при 35 °С.

Нормальные условия применения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Влияющая величина	Нормальное значение	Допускаемое отклонение
Температура окружающего воздуха, °С	20	± 2
Относительная влажность воздуха, %	30 – 80	-
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	60 – 106,7 (460 – 800)	-
Внешнее магнитное поле	Практически отсутствует	Магнитное поле Земли

1.1.6 Преобразователи СН3020 в нормальных условиях применения соответствуют требованиям 1.2.4 по истечении времени установления рабочего режима. Время установления рабочего режима (предварительного прогрева) не более 5 мин.

1.1.7 Схема условного обозначения преобразователей СН3020 для записи при заказе и в технической документации:

СН3020/**X** - **X** - **XXX** - **X**
1 2 3 4

1 – исполнение преобразователя СН3020

- **1** – преобразователь СН3020 для отводящих фидеров;
- **2** – преобразователь СН3020 для секций шин.

2 – схема включения

- **3** – трехпроводная;
- **4** – четырехпроводная.

3 – напряжение питания

- **220** – сеть переменного тока напряжением (90 ... 260) В и частотой (48 ... 52) Гц или постоянное напряжение (120 ... 300) В;
- **24** – постоянное напряжение (18 ... 30) В.

4 – номинальное значение входного тока (для СН3020/1)

- **1** – 1 А;
- **5** – 5 А.

Пример записи обозначения преобразователя СН3020 для отводящих фидеров, с четырехпроводной схемой включения, напряжением питания (90 ... 260) В переменного тока или (120 ... 300) В постоянного тока и номинальным входным током 5 А для записи при заказе и в технической документации другой продукции, в которой он может быть применен:

«Преобразователь измерительный многофункциональный СН3020/1 – 4 – 220 – 5 ТУ 4221-026-16851585-2007».

Пример записи обозначения преобразователя СН3020 для секций шин, с трехпроводной схемой включения, напряжением питания (18 ... 30) В постоянного тока для записи при заказе и в технической документации другой продукции, в которой он может быть применен:

«Преобразователь измерительный многофункциональный СН3020/2 – 3 – 24 ТУ 4221-026-16851585-2007».

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Номинальные значения входных токов и напряжений, измеряемых мощностей соответствуют значениям, указанным в таблице 3.

Таблица 3

Исполнение преобразователей СН3020	Номинальные значения				
	Напряжение фазное, $U_{н.ф}$, В	Напряжение линейное (междуфазное), $U_{н.л}$, В	Ток фазы, I_n , А	Мощность фазы, $P_{н.ф}$, Вт $Q_{н.ф}$, вар $S_{н.ф}$, В·А	Мощность суммарная, P_n , Вт Q_n , вар S_n , В·А
СН3020/1-4-220-1	57,7	100	1	57,7	173,1
СН3020/1-4-220-5	57,7	100	5	288,5	865,5
СН3020/1-4-24-1	57,7	100	1	57,7	173,1
СН3020/1-4-24-5	57,7	100	5	288,5	865,5
СН3020/1-3-220-1		100	1	57,7	173,1
СН3020/1-3-220-5		100	5	288,5	865,5
СН3020/1-3-24-1		100	1	57,7	173,1
СН3020/1-3-24-5		100	5	288,5	865,5
СН3020/2-4-220	57,7	100			
СН3020/2-4-24	57,7	100			
СН3020/2-3-220		100			
СН3020/2-3-24		100			

1.2.2 Номинальное значение измеряемой частоты - $f_n = 50$ Гц.

1.2.3 Номинальный коэффициент активной мощности - $\cos\varphi = 1$, номинальный коэффициент реактивной мощности - $\sin\varphi = 1$.

1.2.4 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразователей СН3020 по измеряемому параметру (δ) не превышают значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Измеряемый параметр	δ , %	Нормирующее значение
Действующее значение фазного напряжения	$\pm 0,2$	$U_{Н.ф}$
Действующее значение линейного напряжения	$\pm 0,2$	$U_{Н.л}$
Действующее значение междуфазного напряжения	$\pm 0,2$	$U_{Н.л}$
Действующее значение фазного тока	$\pm 0,2$	$I_{Н}$
Активная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,5$	$P_{Н.ф}$
Суммарная активная мощность	$\pm 0,5$	$P_{Н}$
Реактивная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,5$	$Q_{Н.ф}$
Суммарная реактивная мощность	$\pm 0,5$	$Q_{Н}$
Полная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,5$	$S_{Н.ф}$
Суммарная полная мощность	$\pm 0,5$	$S_{Н}$
Частота сети	$\pm 0,01$	$f_{Н}$

1.2.5 Преобразователи СН3020 соответствуют требованиям 1.2.4 в диапазоне изменения значений входных напряжений от $0,2U_{Н}$ до $1,2U_{Н}$, и в диапазоне изменения значений входных токов от $0,01I_{Н}$ до $1,2I_{Н}$.

1.2.6 Преобразователи СН3020 соответствуют требованиям 1.2.4 при изменении коэффициентов мощности в следующих диапазонах:

- $\cos\varphi - \pm(0 \dots 1 \dots 0)$;
- $\sin\varphi - \pm(0,5 \dots 1 \dots 0,5)$ для СН3020/1-4-XXX-X;
- $\sin\varphi - \pm(0,6 \dots 1 \dots 0,6)$ для СН3020/1-3-XXX-X

1.2.7 Преобразователи СН3020 соответствуют требованиям 1.2.4 при изменении частоты в диапазоне от 48 до 52 Гц.

1.2.8 Диапазон установки $K_{Н}$ от 1 до 20000. Диапазон установки $K_{Т}$ от 1 до 6000.

1.2.9 Преобразователи СН3020 тепло- и холодоустойчивы в диапазоне температур от минус 25 до 55 °С, при этом пределы допускаемой дополнительной погрешности преобразователей СН3020, вызванной изменением температуры окружающей

го воздуха от нормальной до любой температуры в рабочем диапазоне температур на каждые 10 °С, не превышают значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Измеряемый параметр	$\Delta\delta_t$, %	Нормирующее значение
Действующее значение фазного напряжения	$\pm 0,16$	$U_{Н.ф}$
Действующее значение линейного напряжения	$\pm 0,16$	$U_{Н.л}$
Действующее значение междуфазного напряжения	$\pm 0,16$	$U_{Н.л}$
Действующее значение фазного тока	$\pm 0,16$	I_H
Активная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,4$	$P_{Н.ф}$
Суммарная активная мощность	$\pm 0,4$	P_H
Реактивная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,4$	$Q_{Н.ф}$
Суммарная реактивная мощность	$\pm 0,4$	Q_H
Полная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,4$	$S_{Н.ф}$
Суммарная полная мощность	$\pm 0,4$	S_H
Частота сети	$\pm 0,01$	f_H

1.2.10 Преобразователи СН3020 влагоустойчивы и соответствуют требованиям 1.3.4 при относительной влажности 95 % при 35 °С.

1.2.11 Преобразователи СН3020 соответствуют требованиям 1.2.4 при воздействии внешнего магнитного поля с индукцией 0,5 мТл частотой (50 ± 1) Гц при самом неблагоприятном направлении магнитного поля.

1.2.12 Питание преобразователей СН3020 осуществляется:

а) для исполнений СН3020/Х-Х-220-Х

- от сети переменного тока напряжением $(90 \dots 260)$ В и частотой $(48 \dots 52)$ Гц;

- постоянным напряжением $(120 \dots 300)$ В.

б) для исполнений СН3020/Х-Х-24-Х

- постоянным напряжением $(18 \dots 30)$ В.

Потребляемая мощность должна быть не более 4 В·А.

1.2.13 Преобразователи СН3020 соответствуют требованиям 1.2.4 при изменении напряжения питания в пределах, указанных в 1.2.12.

1.2.14 Изоляция гальванически не связанных цепей преобразователей СН3020 (выходы RS485, входных цепей напряжений, входных цепей токов, цепь питания) между собой при рабочих условиях применения выдерживает в течение 1 мин

действие испытательного напряжения переменного тока частотой (50 ± 1) Гц, среднеквадратическое значение которого равно 1000 В.

1.2.15 Преобразователи СН3020 соответствуют требованиям 1.2.4 через 2 мин после воздействия кратковременных перегрузок, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Номер строки	Коэффициент тока	Коэффициент напряжения	Число перегрузок	Длительность каждой перегрузки, с	Интервал между последовательными перегрузками, с
1	7	1	2	15	60
2	10	1	5	3	2,5
3	1	1,5	1	60	-

1.2.16 Преобразователи СН3020 теплопрочны при температуре 55 °С и холодопрочны при температуре минус 25 °С.

1.2.17 Преобразователи СН3020 влагопрочны при относительной влажности 95 % и температуре 35 °С.

1.2.18 Преобразователи СН3020 обладают прочностью при транспортировании, т.е. выдерживают в транспортной таре без повреждения транспортную тряску с максимальным ускорением 30 м/с^2 при частоте от 80 до 120 ударов в минуту.

1.2.19 Норма средней наработки на отказ преобразователей СН3020 не менее 40000 ч в нормальных условиях применения.

Критерием отказа является несоответствие преобразователей СН3020 требованиям 1.2.4.

1.2.20 Полный средний срок службы преобразователей СН3020 не менее 15 лет.

1.2.21 Среднее время восстановления работоспособного состояния преобразователей СН3020 не более 1 ч.

1.2.22 Габаритные размеры преобразователей СН3020 (Ш × В × Г), не более $100 \times 75 \times 110$ мм.

1.2.23 Масса преобразователей СН3020 не более 0,35 кг.

1.3 Состав преобразователей СН3020

1.3.1 В комплект поставки преобразователей СН3020 входят:

- преобразователь СН3020 - 1 шт.;

- розетка BL 3,5/3 SN	-	2 шт.
- формуляр 2ИУСН.949.001 ФО	-	1 экз.;
- руководство по эксплуатации 2ИУСН.949.001 РЭ (на партию преобразователей СН3020, поставляемых в один почтовый адрес)	-	1 экз.;
- методика поверки 2ИУСН.949.001 МП (на партию преобразователей СН3020, поставляемых в один почтовый адрес)	-	1 экз.;
- диск с программой (на партию преобразователей СН3020, поставляемых в один почтовый адрес)	-	1 шт.

1.4 Устройство и работа преобразователей СН3020

1.4.1 Алгоритм работы преобразователей СН3020

4.4.1.1 В преобразователях СН3020 используется специальный алгоритм цифровой обработки сигналов, ориентированный на измерения периодических сигналов, не критичный к их форме и обеспечивающий требуемую точность измерения в широком диапазоне частот.

Ниже приведены упрощенные алгоритмы вычисления действующих значений напряжений и токов, а так же активных, реактивных и полных мощностей. Реально в преобразователях СН3020 реализованы более сложные алгоритмы, позволяющие исключить влияние частоты, фазы, исключаящие постоянную составляющую сигнала и влияние несинхронности выборок мгновенных значений тока и напряжения.

Вычисление действующих значений напряжений и токов производится по формулам:

$$U_d = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} U_i^2} \quad , \quad (1.1)$$

$$I_d = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_i^2} \quad , \quad (1.2)$$

где U_d I_d – действующее значение напряжения и тока;

U_i I_i - мгновенные значения напряжения и тока;

N - объем выборки.

Вычисления междуфазных значений напряжений (для четырехпроводной схемы подключения) производится по формуле:

$$U_{ab} = \sqrt{U_a^2 + U_b^2 - 2U_a \cdot U_b \cdot \cos(120^\circ)} \quad (1.3)$$

Вычисление активной мощности для каждого из трех элементов производится по формуле:

$$P = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} U_i \cdot I_i \quad (1.4)$$

Эта формула дает правильные результаты вычисления при любой частоте, форме сигнала и угле сдвига фаз между током и напряжением.

Вычисление реактивной мощности для каждого из трех элементов производится по формуле:

$$Q = \pm \sqrt{(U_d \cdot I_d)^2 - P^2} \quad (1.5)$$

Знак реактивной мощности определяется отдельным алгоритмом.

Вычисление полной мощности для каждого из трех элементов производится по формуле:

$$S = U_d \cdot I_d \quad (1.6)$$

В преобразователях СН3020 реализован классический метод трех независимых ваттметров. Суммарные значения активной и реактивной мощности рассчитываются по формулам:

Для четырехпроводной схемы подключения:

$$P = Pa + Pb + Pc \quad (1.7)$$

$$Q = Qa + Qb + Qc \quad (1.8)$$

$$S = Sa + Sb + Sc \quad (1.9)$$

Для трехпроводной схемы подключения:

$$P = Pa + Pc \quad (1.10)$$

$$Q = Qa + Qc \quad (1.11)$$

$$S = (Sa + Sc) \cdot \cos 30^\circ \quad (1.12)$$

Для измерения частоты используют классический счётно-импульсный принцип измерения частоты.

Входной измеряемый сигнал преобразуется в последовательность импульсов, период следования которых точно равен периоду измеряемого сигнала.

В момент начала измерения формируется временное окно, длительностью 800 мс, фронт которого формируется синхронно с импульсом измеряемого сигнала. Временное окно, асинхронно к моменту его формирования, заполняется последовательностью счётных импульсов с частотой $f_{сч} = 4$ МГц. Число счётных импульсов и импульсов измеряемого сигнала, попадающих во временное окно, непрерывно подсчитывается. При завершении формирования временного окна фиксируется то значение счётных импульсов N , которое пришлось на последний импульс измеряемого сигнала, попавший во временное окно. Измеренное значение частоты вычисляется по формуле:

$$f_x = f_{сч} \cdot \frac{n}{N} \quad (1.13)$$

где f_x – измеренное значение частоты, Гц;
 n – число импульсов измеряемого сигнала, попавших во временное окно;
 N – число счётных импульсов, попавших во временное окно.

1.4.2 Работа преобразователей СН3020

1.4.2.1 Структурная схема преобразователя СН3020 приведена на рисунке 1.

Входные токи и напряжения через схемы согласования поступают на вход АЦП измерительного микроконтроллера МК1. Напряжение канала U_a через компаратор К так же поступает на вход микроконтроллера МК1 для измерения частоты входного сигнала. Гальваническая развязка каналов измерения тока осуществляется с помощью измерительных трансформаторов тока.

Микроконтроллер производит аналого-цифровое преобразование мгновенных значений измеряемых сигналов и вычисляет действующие значения токов и напряжений, активную, реактивную и полную мощности по описанным выше алгоритмам. Реактивная мощность вычисляется из полной и активной мощности.

Измеренные значения выдаются на интерфейсный микроконтроллер МК2. Период обновления результатов измерений составляет около 880 мс.

На схемах интерфейса СИ1 (СИ2) с блоками питания БП2 (БП3) организованы два идентичных гальванически развязанных интерфейса RS485.

В зависимости от исполнения питание преобразователей СН3020 может осуществляться либо постоянным напряжением 24 В, либо переменным 220 В.

1.4.2.2 Внутренняя EEPROM микроконтроллеров используется для хранения калибровочных констант, коэффициентов трансформации K_N и K_T , срезов, пользовательских данных и конфигурации интерфейсов.

Установка значений K_N и K_T и параметров интерфейсов производится через интерфейс при помощи внешней ПЭВМ и программы «Config3020», которая поставляется вместе с преобразователями СН3020. Описание работы с программой приведено в Приложении А.

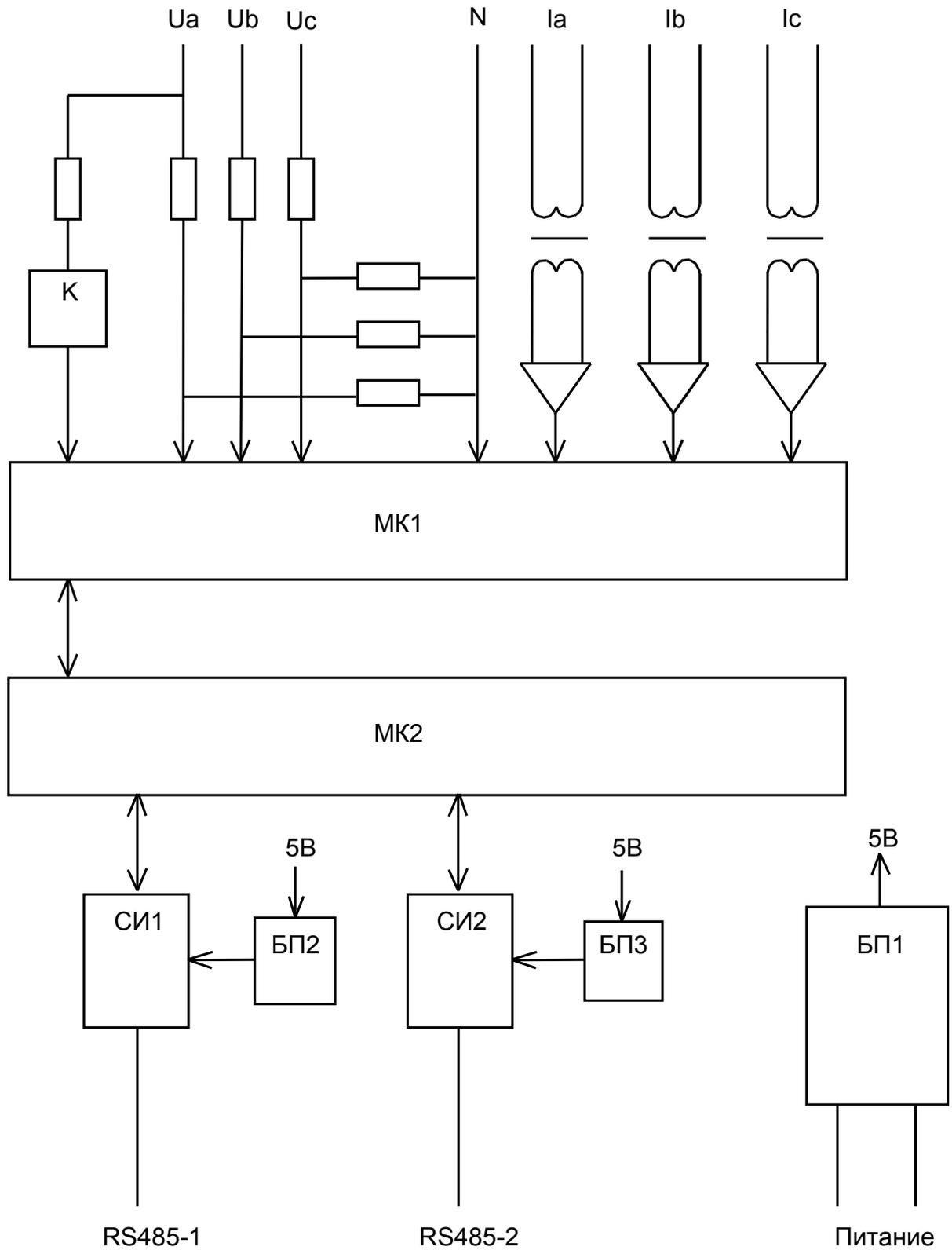


Рисунок 1 - Структурная схема преобразователя CH3020

1.4.3 Описание конструкции

1.4.3.1 Чертеж внешнего вида преобразователя СН3020 приведен на рисунке 2.

1.4.3.2 Конструктивно преобразователи СН3020 выполнены в литом корпусе из негорючей пластмассы. В корпусе располагается электронный блок, состоящий из платы процессорной и платы интерфейсной, которые соединены между собой плоским кабелем с розеткой. Корпус имеет направляющие для плат, обеспечивающие механическую прочность при эксплуатации и транспортировании.

На верхнюю плоскость корпуса выведены два интерфейсных разъема 5 и гнезда клемм для подключения напряжения питания 6. На нижнюю плоскость корпуса выведены гнезда клемм для подключения измеряемых напряжений 9 и токов 10 (в СН3020/2 – отсутствуют). С лицевой стороны корпус закрывается крышкой 7 на защелках. В крышке имеются отверстия 4 для доступа к винтам клемм и вывода светодиодных индикаторов для индикации включения напряжения питания 2 и режима передачи информации по интерфейсам 1. В неиспользуемые отверстия на крышке устанавливаются заглушки 11.

На крышке находится декоративная панель 3 с маркировкой контактов разъемов и клемм, а также с указанием электрических параметров. На верхней плоскости корпуса находится маркировочная табличка 8, на которой указано исполнение преобразователя СН3020, порядковый номер и год выпуска.

Конструкция задней стенки корпуса обеспечивает крепления преобразователя СН3020 как на панель, так и на DIN рейку.

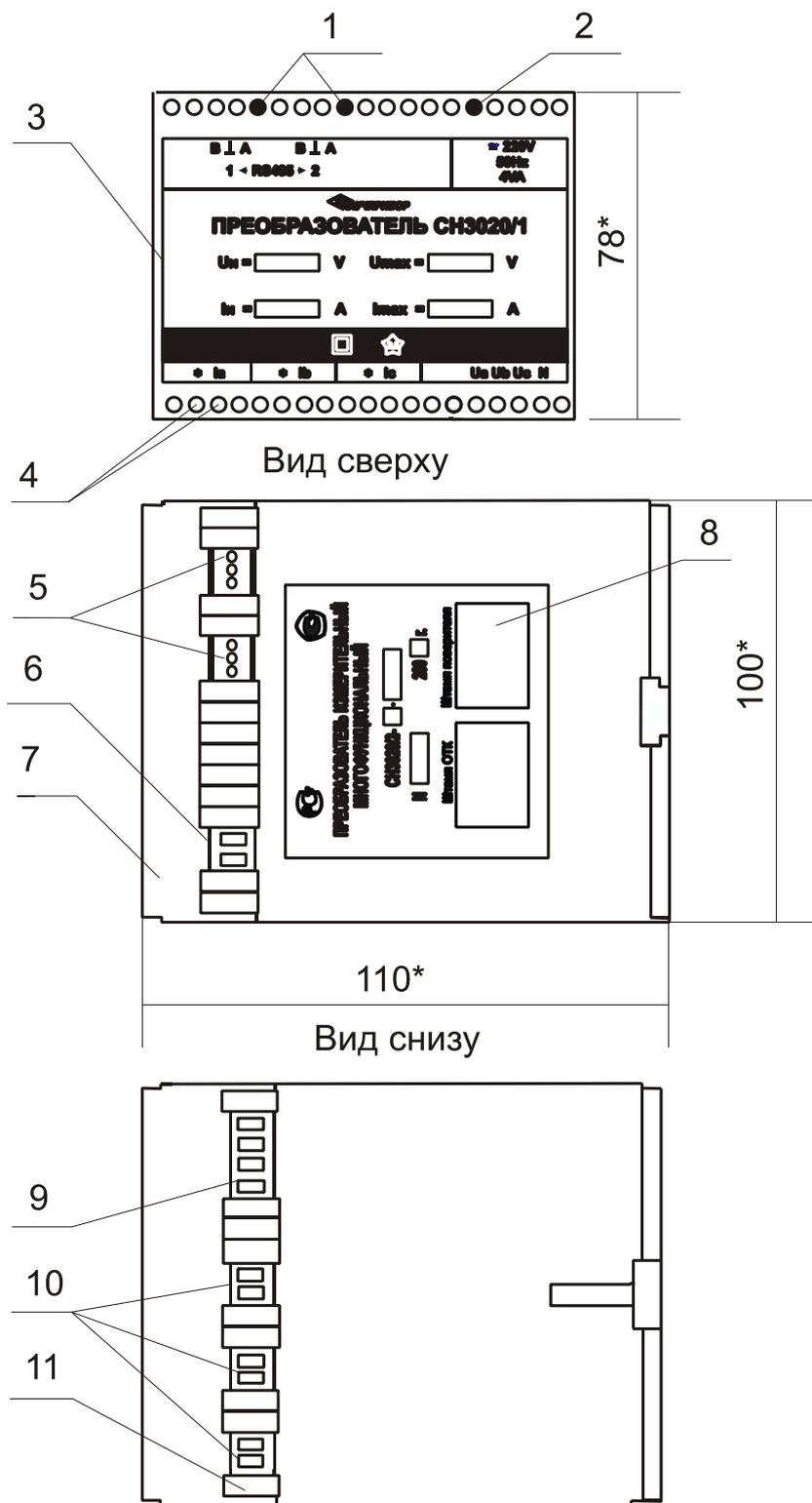


Рисунок 2 – Чертеж внешнего вида преобразователя CH3020

1.5 Средства измерений, инструмент и принадлежности

1.5.1 Основные средства измерений и приспособления, используемые при проверке, техническом обслуживании и ремонте преобразователей СН3020, приведены в таблице 7.

Таблица 7

Наименование	Краткая техническая характеристика
1. Калибратор переменного тока «Ресурс-К2»	<p>Действующее значение силы тока 1мА – 1,5 А или 5 мА – 7,5 А. Действующее значение фазного напряжения 0,577 В – 83,088 В. Действующее значение междуфазного напряжения 1 В – 144 В.</p> <p>Предел основной погрешности $\pm(0,05 + 0,01 \times (X_{НОМ}/X-1))\%$.</p> <p>Диапазон значения мощностей (фиктивных мощностей) от $0,01 \cdot I_{НОМ} \cdot U_{НОМ}$ до $1,5 \cdot I_{НОМ} \cdot U_{НОМ}$ (для каждой фазы), от $0,01 \cdot I_{НОМ} \cdot U_{НОМ}$ до $4,5 \cdot I_{НОМ} \cdot U_{НОМ}$ (для трех фаз). Предел основной погрешности $\pm(0,1 + 0,02 \times (X_{НОМ}/X-1))\%$.</p>
2. Частотомер ЧЗ-85/3	<p>Диапазон измерения периодов 7 нс – 7000 с</p> <p>Входное напряжений 30 мВ – 15 В</p> <p>Погрешность опорного генератора $\pm 1 \times 10^{-7}$</p>
3. Вольтметр В7-58/2	<p>Диапазон измерения постоянного напряжения 0,1 мВ – 1000 В. Погрешность $\pm 0,15\%$.</p> <p>Диапазон измерения переменного напряжения 0,1 мВ – 700 В. Погрешность $\pm 0,6\%$.</p> <p>Диапазон измерения постоянного тока 200 мкА – 10 А. Погрешность $\pm 0,2\%$.</p> <p>Диапазон измерения переменного тока 200 мкА – 10 А. Погрешность $\pm 1,0\%$.</p>
4. Источник питания постоянного тока Б5-45А	<p>Предел установки выходного напряжения (0–50) В.</p> <p>Предел установки выходного тока (0-0,5) А.</p>

Окончание таблицы 7

Наименование	Краткая техническая характеристика
5. Адаптер RS485/USB	
6. ПЭВМ IBM-совместимая	WindowsXP, 128 MB и выше, порт USB

1.6 Маркировка и пломбирование

1.6.1 На лицевой панели преобразователей СН3020 нанесено:

- надпись «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СН3020/1» или «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СН3020/2»;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- обозначение интерфейсных разъемов «RS485-1» и «RS485-2»;
- маркировка контактов клемм для подключения измеряемых напряжений и токов (для СН3020/1);
- вид питания, номинальное значение напряжения и частоты питающей сети, максимальная мощность;
- номинальное и максимальное значения измеряемого напряжения и тока (для СН3020/1);
- испытательное напряжение изоляции, 2,5 kV;
- символ усиленной изоляции.

1.6.2 На верхней плоскости корпуса преобразователей СН3020 крепится маркировочный ярлык на котором нанесены:

- наименование и условное обозначение преобразователя СН3020;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- год изготовления;
- изображение Знака утверждения типа;
- изображение Знака соответствия;
- место для нанесения клейма ОТК;
- место для нанесения клейма государственного поверителя.

1.6.3 Пломбирование преобразователей СН3020 производится не снимаемыми бирками с изображением товарного знака предприятия-изготовителя.

Места расположения пломб – защелки на боковых плоскостях корпуса.

Оттиски клейм ОТК предприятия-изготовителя и государственного поверителя наносятся на маркировочный ярлык и в формуляре.

1.7 Упаковка

1.7.1 Подготовка преобразователей СН3020 к упаковыванию, способы упаковывания, требования к потребительской и транспортной таре, к материалам и амортизационным средствам, применяемым при упаковывании, должны соответствовать ГОСТ 9181 и комплектам конструкторской документации согласно 5ИУСН.801.012, 5ИУСН.802.011.

Ящики для упаковывания - тип VI по ГОСТ 5959.

1.7.2 Вариант защиты преобразователей СН3020 - ВЗ-10 по ГОСТ 9.014. Вариант внутренней упаковки - ВУ-5 по ГОСТ 9.014.

Срок защиты без переконсервации - 1 год.

1.7.3 В единице потребительской тары (коробке) должен укладываться 1 комплект преобразователя СН3020, указанный в подразделе 1.3.

1.7.4 Количество преобразователей СН3020, укладываемых в транспортную тару, габаритные размеры, масса нетто и брутто - в зависимости от заказа.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Преобразователи СН3020 должны эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от минус 25 до 50 °С и относительной влажности 95 % при 35°С.

2.1.2 Не допускается эксплуатация преобразователей СН3020 в условиях огнеопасной и агрессивной среды.

2.1.3 В помещении не должно быть резких колебаний температуры, вблизи места установки преобразователей СН3020 не должно быть источников сильных электромагнитных полей.

2.1.4 Мощность, потребляемая токовыми измерительными цепями преобразователей СН3020 не превышает 0,07 В · А на фазу, мощность, потребляемая измерительными цепями напряжения – 0,1 В · А на фазу.

2.2 Подготовка преобразователей СН3020 к работе

2.2.1 При транспортировке и хранении в условиях отрицательных температур преобразователи СН3020 перед распаковыванием должны быть выдержаны в нормальных условиях в течение 3 ч.

2.2.2 При распаковывании преобразователей СН3020 необходимо вскрыть коробку и извлечь преобразователь СН3020 из коробки. Произвести первичный осмотр на отсутствие механических повреждений и проверить комплектность согласно 1.3.

2.2.3 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений;
- соответствие информации на лицевой панели и маркировочном ярлыке на соответствие параметрам, указанным в формуляре;
- наличие оттиска клейма ОТК и государственного поверителя на корпусе преобразователя СН3020 и в формуляре.

2.3 Использование преобразователей СН3020

2.3.1 Все работы по монтажу и эксплуатации производить с соблюдением действующих правил, обеспечивающих безопасное обслуживание и эксплуатацию электроустановок.

2.3.2 Перед размещением преобразователя СН3020 на объекте необходимо установить требуемую конфигурацию преобразователя СН3020:

- значения K_H и K_T ;
- адрес по портам RS484-1 и RS485-2;
- скорость передачи по портам RS484-1 и RS485-2;
- протокол обмена по портам RS484-1 и RS485-2.

Установка конфигурации производится с помощью программы «Config3020», инструкция по эксплуатации которой приведена в Приложении А. Для этого используется ПЭВМ, отвечающая следующим требованиям:

- операционная система Windows XP;
- процессор – Pentium 233 и выше;
- ОЗУ – не менее 128 Мб;
- наличие порта USB;
- наличие CD-ROM.

Подключение преобразователя к ПЭВМ производится через интерфейсный разъем «RS485-1» или «RS485-2» с помощью розетки BL 3,5/3 SN, входящей в комплект поставки, и адаптера RS485/USB проводом сечением не менее 0,2 мм² по схеме, приведенной на рисунке А.1.

Занести установленную конфигурацию в формуляр.

2.3.3 Установка преобразователя СН3020 на объекте

2.3.3.1 Крепление преобразователя СН3020 на шину производить в соответствии с рисунком Б.1.

Установить фиксатор 3 на корпус преобразователя СН3020, при этом фиксатор должен четко зафиксироваться за выступ 1 корпуса. Зафиксировать верхние выступы 2 корпуса на краю шины 5 и плавным движением нажать на корпус до фиксации выступов 4 защелки.

2.3.3.2 Крепление преобразователя СН3020 на панель производить в соответствии с рисунком Б.2.

Демонтировать фиксатор с корпуса, сняв его с выступа на корпусе и сдвинув вниз до выхода из пазов.

Крепление фиксатора на панель следует производить двумя крепежными изделиями диаметром 4 мм. Крепежные изделия не должны выступать за плоскость установки преобразователя на фиксатор.

При установке преобразователя СН3020 на фиксатор необходимо предусмотреть на объекте место не менее 15 мм под первоначальную фиксацию преобразователя СН3020.

2.3.3.3 Подключение цепей измеряемых напряжений и токов, а также цепей питания производится медным одножильным проводом сечением не менее 2,5 мм² согласно схеме подключения, приведенной в Приложении В на рисунках В.1 – В.8. Допускается применение многожильного провода того же сечения.

2.3.3.3 Подключение преобразователя СН3020 к цепям интерфейсов RS485 телемеханического комплекса производится с помощью розеток BL 3,5/3 SN, входящих в комплект поставки, витой парой в экране в соответствии с рисунком В.9. Сечение провода не менее 0,2 мм².

2.3.4 Проверить соответствие выходных параметров источников сигналов входным параметрам преобразователя СН3020. И качество монтажа.

2.3.5 Подать напряжение питания и входные сигналы на преобразователь СН3020.

2.3.6 При работе преобразователей СН3020 в составе телемеханического комплекса обмен информацией должен быть обеспечен в соответствии с протоколом обмена, приведенном в Приложении Г.

2.4 Действия в экстремальных условиях

2.4.1 В случае возникновения аварийных условий и режимов работы преобразователь СН3020 необходимо немедленно отключить.

3 Техническое обслуживание и ремонт

3.1 Общие указания

3.1.1 Эксплуатационный надзор за работой преобразователей СН3020 должен производиться лицами, за которыми закреплено данное оборудование.

3.1.2 Преобразователи СН3020 не должны вскрываться во время эксплуатации.

3.1.3 Все возникающие во время эксплуатации неисправности устраняет предприятие-изготовитель.

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Работы по техническому обслуживанию должны выполняться квалифицированным персоналом.

3.2.2 По защите от поражения электрическим током преобразователи СН3020 соответствуют категории измерений III по ГОСТ Р 52319-2005.

3.2.3 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ ВНЕШНИЕ ПРИСОЕДИНЕНИЯ, НЕ СНЯВ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКИ, ПОДАВАЕМЫЕ НА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СН3020.

3.3 Порядок технического обслуживания

3.3.1 Техническое обслуживание преобразователей СН3020 проводится с целью обеспечения их нормируемых технических характеристик. Рекомендуется ежеквартально проводить профилактический осмотр на месте эксплуатации. Для этого:

- снять входные сигналы и напряжение питания с преобразователя СН3020;
- удалить с корпуса пыль;
- проверить состояние корпуса, соединительных клемм и разъемов, убедиться в отсутствии механических повреждений;
- проверить состояние креплений;
- подать напряжение питания и входные сигналы на преобразователь СН3020.

3.3.2 Калибровка преобразователей СН3020, при необходимости, производится с помощью программы «Metrolog3020». Описание работы с программой и методика калибровки приведены в Приложении Д.

3.3.3 Демонтаж преобразователя СН3020 в случае крепления на шину проводят отжатию фиксатора отверткой, вставленной в выемку, расположенную в нижней части корпуса.

3.4 Техническое освидетельствование

3.4.1 Преобразователи СН3020 в случае использования в сферах, подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору, подлежат поверке аккредитованными в области обеспечения единства измерений Юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями. Поверка осуществляется в соответствии с документом «Преобразователи измерительные многофункциональные СН3020. Методика поверки» 2ИУСН.949.001 МП.

Интервал между поверками – 4 года.

3.4.2 Преобразователи СН3020, используемые в сферах, не подлежащих обязательному государственному метрологическому контролю и надзору, с целью подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению могут подвергаться калибровке. Калибровка осуществляется в соответствии с документом «Преобразователи измерительные многофункциональные СН3020. Методика поверки» 2ИУСН.949.001 МП.

Рекомендуемый интервал между калибровками – 4 года.

4 Хранение

4.1 Преобразователи СН3020 должны храниться в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 5 до 40 °С и относительной влажности 80 % при температуре 25 °С.

4.2 Хранить преобразователи СН3020 без упаковки следует при температуре окружающего воздуха от 10 до 35 °С и относительной влажности 80 % при температуре 25 °С.

4.3 В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа I по ГОСТ 15150.

5 Транспортирование

5.1 Преобразователи СН3020 могут транспортироваться всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах (железнодорожным, автомобильным, водным транспортом - в трюмах, в самолетах - в герметизированных отапливаемых отсеках).

Условия транспортирования: температура от минус 25 до 55 °С, относительная влажность воздуха – 95 % при температуре 40 °С.

5.2 При подготовке преобразователей СН3020 для транспортирования упаковать его в соответствии с ГОСТ 9181.

Вариант защиты изделий - ВЗ-10, вариант внутренней упаковки - ВУ-5 по ГОСТ 9.014.

5.3 При подготовке преобразователей СН3020 для транспортирования в районы Крайнего Севера, труднодоступные районы и районы с тропическим климатом упаковать его в соответствии с ГОСТ 15846 для группы продукции «Электронная техника, радиоэлектроника и связь».

Ящики для упаковывания - тип VI по ГОСТ 5959.

Дата консервации совпадает с датой упаковывания. Срок защиты без пере-консервации - 1 год.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОГРАММЫ «Config3020»

Программа «Config3020.exe» (далее – программа Конфигуратор) предназначена для параметризации преобразователя СН3020. Она также позволяет считывать измерения, считывать и устанавливать коэффициенты трансформации, выполнять срезы измерений.

Программа Конфигуратор состоит из файлов «Config3020.exe», «MIIP.dll» и «MIIP.scm». При работе с программой все три файла должны находиться в одном каталоге. Программа создаёт в рабочем каталоге файл «MIIP.dvs», в котором сохраняются параметры соединения с преобразователями СН3020. При работе с программой также создаётся файл «io_debug.txt», в котором для целей отладки временно сохраняются посылки обмена программы с преобразователем СН3020.

Программа Конфигуратор запускается в операционной системе Microsoft Windows 98 и выше выполнением файла «Config3020.exe». Программа Конфигуратор работает с преобразователем СН3020 через USB, COM-порт или TCP/IP-соединение.

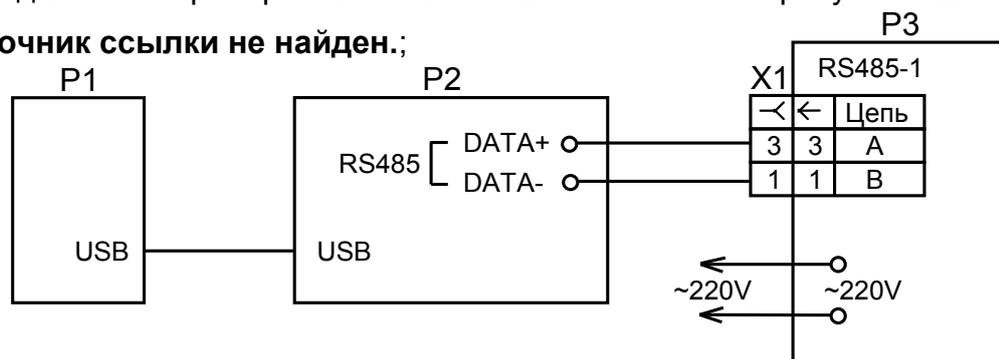
Первоначальная параметризация.

Для первоначальной параметризации преобразователя СН3020 следует использовать программу Конфигуратор из комплекта поставки преобразователя СН3020.

Последовательность действий:

- 1) подключите преобразователь к ПЭВМ по схеме на рисунке **Ошибка! И-**

точник ссылки не найден.;



P1 – ПЭВМ;
P2 – адаптер RS485/USB;
P3 – преобразователь СН3020;
X1 – розетка BL 3,5/3 SN.

Рисунок А.1 – Схема подключения преобразователя СН3020

Для связи компьютера с измерительным преобразователем CH3020 необходимо преобразователь USB – RS485 или преобразователь RS232 – RS485 с автоматическим переключением прием-передача, например ICP-CON I-7520AR или ICP-CON I-7561. Также возможно подключение по TCP/IP при наличии преобразователя Ethernet – RS485, например: контроллер ICP-CON I-7188EX(D).

2) запустите программу Конфигуратор (рисунок А.2);

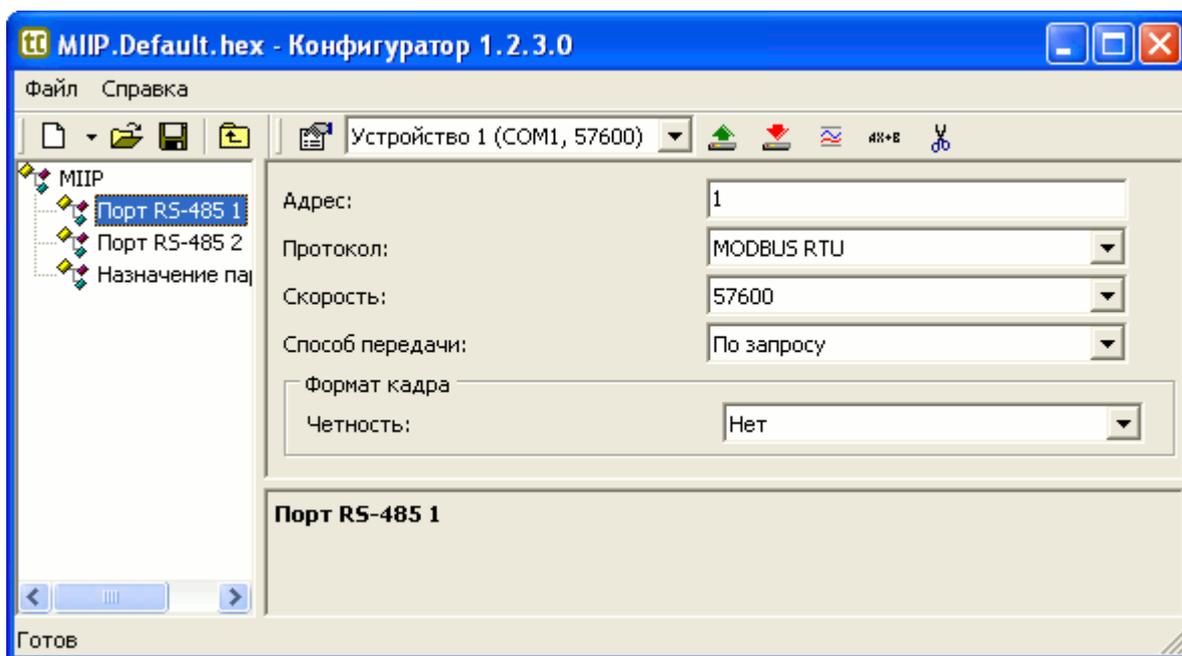


Рисунок А.2 – Окно программы Конфигуратор

3) Нажмите кнопку , установите параметры соединения:

- Имя:..... – любое имя устройства (соединения);
- Адрес: – 1;
- Протокол: – Modbus RTU;
- Имя COM: – выбранный на компьютере;
- Скорость (бит/с): .. – 57600;
- Биты данных:..... – 8;
- Четность: – Нет;
- Стоповые биты:.... – 1.

4) Нажмите «ОК»

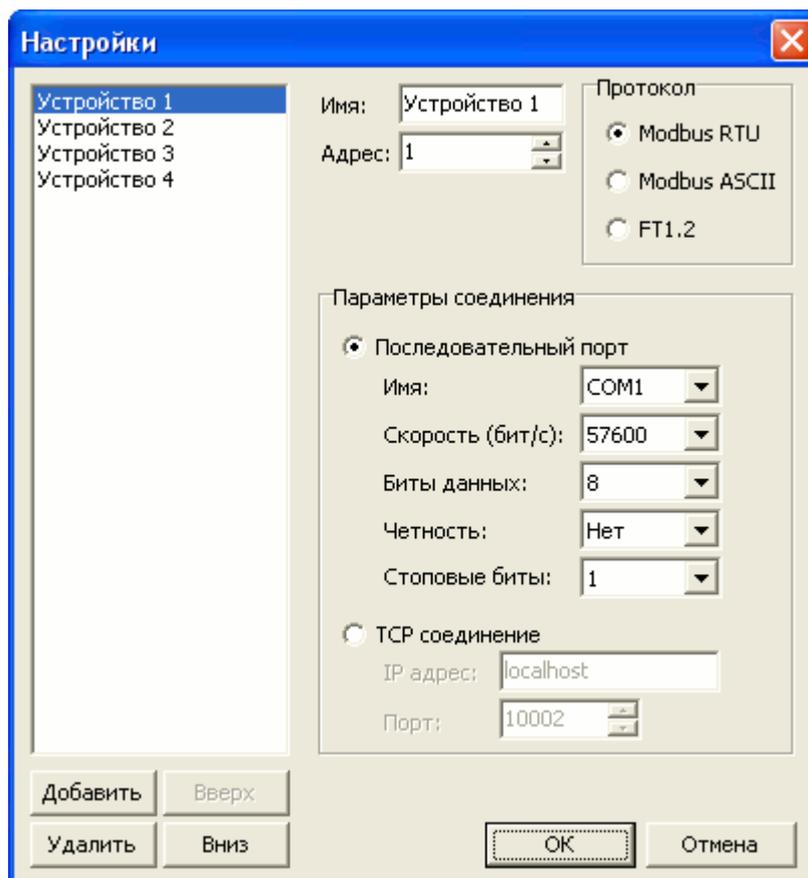


Рисунок А.3 – Окно настройки Конфигуратора

5) Подайте питание на преобразователь СН3020 и в течении первых трех секунд нажмите на кнопку «Считать параметры» для установления соединения с преобразователем СН3020 на фиксированных настройках порта:

- протокол – Modbus RTU;
- скорость передачи – 57600 бит/с.
- формат данных – 8:
 - Биты данных – 8;
 - Четность – нет
 - Стоповые биты – 1.

6) Измените, при необходимости, параметры. При необходимости сохранения параметров в файл на жестком диске или переносном устройстве щелкните по пиктограмме ;

7) Нажмите кнопку «Записать параметры» для записи параметров в преобразователь СН3020;

8) После перезапуска преобразователя СН3020, записанные параметры активизируются.

Описание параметров

Адрес – индивидуальный адрес преобразователя СН3020 для данного порта: от 1 до 240.

Скорость – скорость передачи данных в линии: от 110 до 115200 кбит/с.

Протокол – протокол обмена: MODBUS или FT1.1 (совместимость с приборами серии 3020).

При получении запроса в установленном протоколе на заданной скорости этот адрес преобразователь СН3020 должен выдать соответствующий ответ.

Способ передачи – определяет режим работы на магистрали:

1) *по запросу* – преобразователь СН3020 будет выдавать данные в ответ на запросы Сервера;

2) *циклический* – преобразователь СН3020 будет периодически (с каждым циклом измерения) выдавать данные в линию для информационного табло.

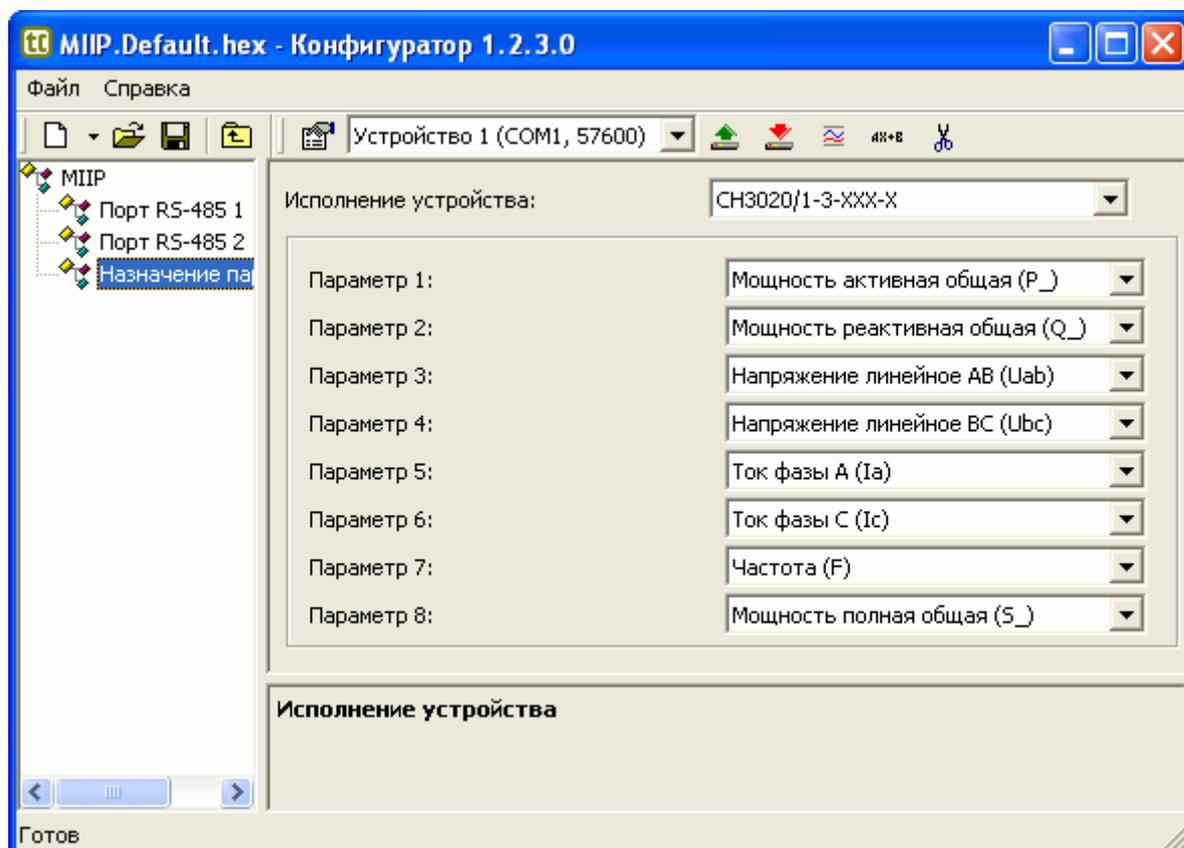


Рисунок А.4 – Окно назначения параметров

В окне назначения параметров определяется последовательность параметров в блоке выходных регистров. Например, если нет необходимости считывать все выходные данные, то можно назначить первыми элементами только необходимые параметры и в запросе от сервера КП уменьшить число запрашиваемых регистров. Это позволит сократить время обмена с одним преобразователем СН3020 и сократить длительность полного цикла сбора данных с множества преобразователей СН3020.

Дальнейшая работа с программой

Для того чтобы можно было считывать и записывать параметры из программы Конфигуратор, считывать измеренные значения и работать с коэффициентами и срезами, необходимо: нажав кнопку «Настройки подключения», настроить соединение с преобразователем СН3020 согласно его параметрам. Кнопки в панели управления вызывают описанные ниже функции конфигуратора для устройства, выбранного в выпадающем списке устройств в панели управления.

Измерения

При нажатии на кнопку «Измерения» появится окно, отображающее результаты измерения. Предварительно будет считана конфигурация параметров из контроллера, затем будут считаны и отображены измеренные значения, код модификации аппаратной части, значение регистра состояний, коэффициенты трансформации и пользовательские данные.

Измерения

Номер	Название	Обозн.	Значение
1			-
2			-
3			-
4			-
5			-
6			-
7			-
8			-
9			-
10			-
11			-
12			-
13			-
14			-
15			-
16			-
17			-
18			-
19			-
20			-
21			-
22			-

Модификация аппаратной части:
 Регистр состояний:
 Коэффициенты трансформации:
 Пользовательские данные:

Чтение параметров...

Рисунок А.5 – Представление результатов измерения

Коэффициенты

При нажатии кнопки «Коэффициенты» появится окно

Коэффициенты

Коэффициент трансформации

Кн (напряжение)

Кт (ток)

0

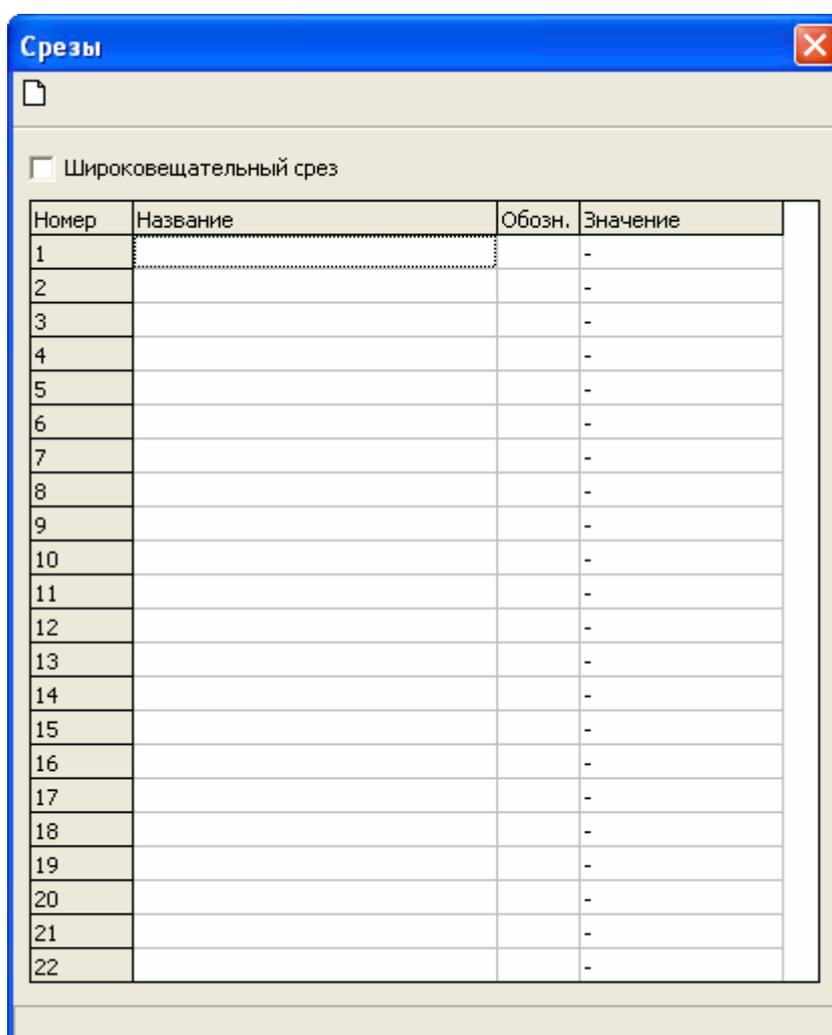
Считать Записать

Рисунок А.6 – Окно чтения и записи коэффициентов

Для изменения выбранного коэффициента необходимо ввести его числовое значение в текстовое поле и нажать кнопку «Записать». Для чтения значения выбранного коэффициента необходимо нажать кнопку «Считать». При этом считанное значение будет отображено в текстовом поле. При успешном завершении чтения и записи не выдается никаких сообщений.

Срезы

При нажатии кнопки «Срезы» появится окно, отображающее последний срез. Предварительно будет считана конфигурация параметров из контроллера и затем будут считаны и отображены значения последнего среза, номер которого выводится в строке состояния.



Номер	Название	Обозн.	Значение
1			-
2			-
3			-
4			-
5			-
6			-
7			-
8			-
9			-
10			-
11			-
12			-
13			-
14			-
15			-
16			-
17			-
18			-
19			-
20			-
21			-
22			-

Рисунок А.7 – Окно срезов

Для выполнения нового среза необходимо нажать кнопку «Новый срез». При этом значения измерений нового среза будут считаны и отображены автоматически.

Для выполнения одновременного среза на нескольких преобразователях необходимо установить опцию «Широковещательный срез» и нажать кнопку «Новый срез».

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

ВАРИАНТЫ КРЕПЛЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СН3020

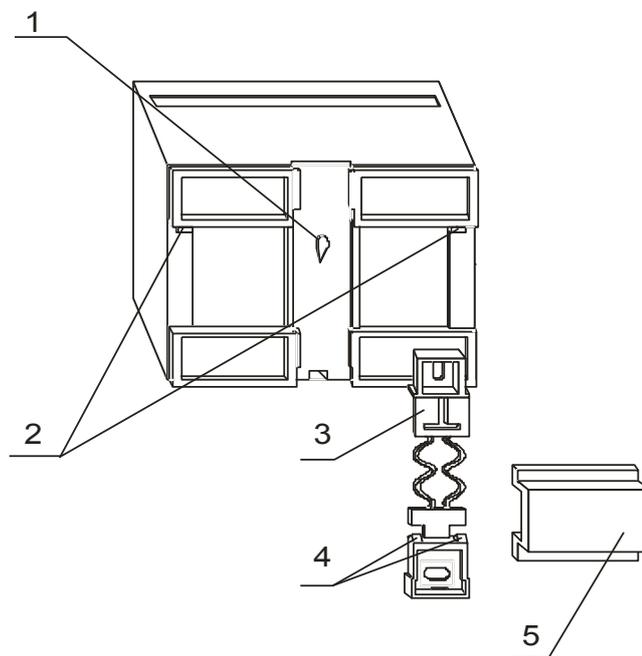


Рисунок Б.1 - Вариант крепления на шину

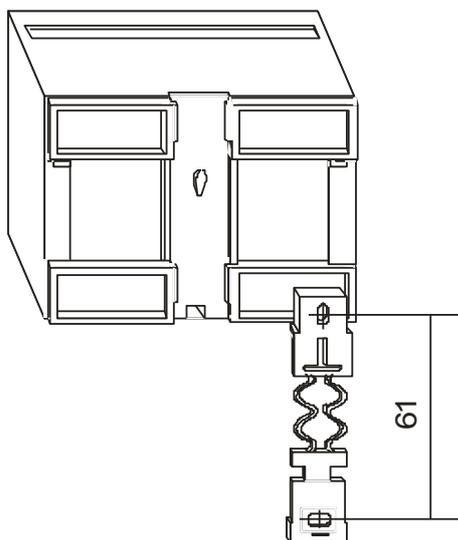


Рисунок Б.2 - Вариант крепления на панель

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ CH3020

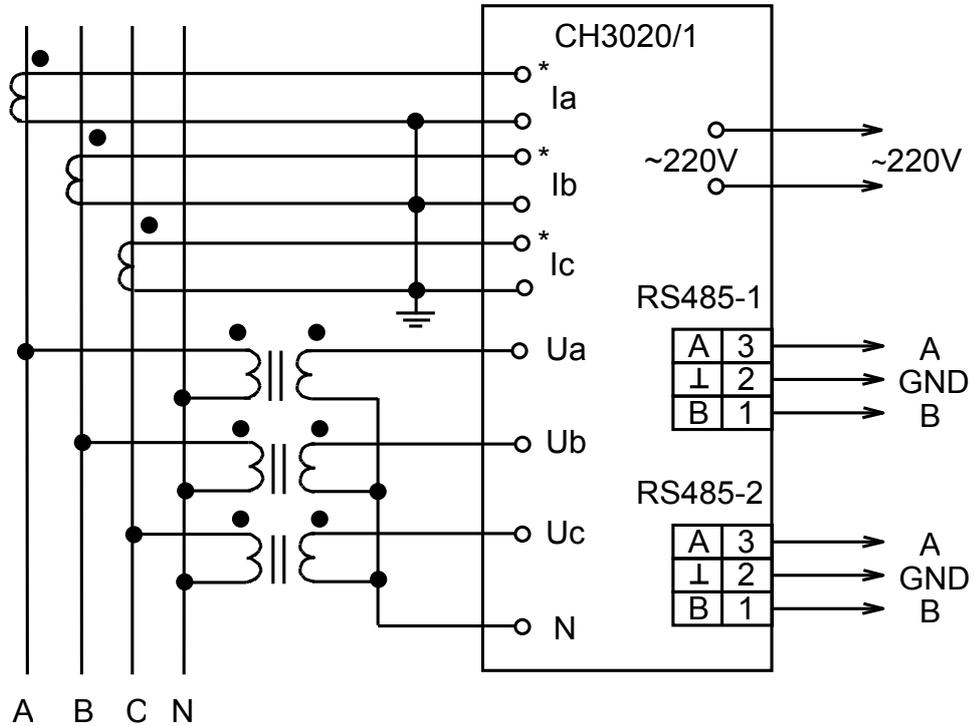


Рисунок В.1 - Схема подключения преобразователей CH3020/1-4-220-X

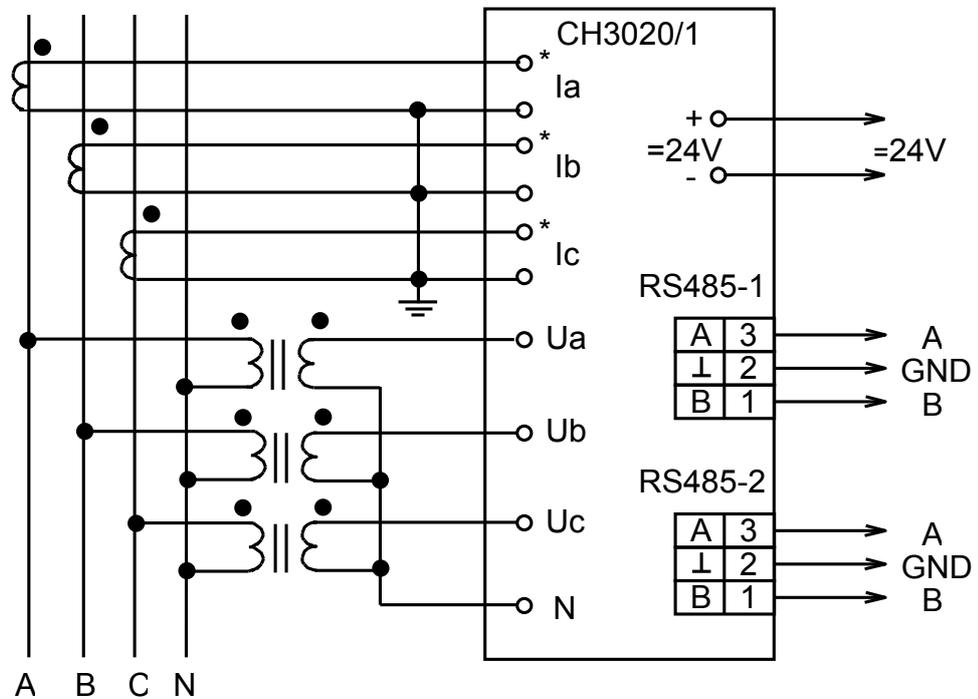


Рисунок В.2 - Схема подключения преобразователей CH3020/1-4-24-X

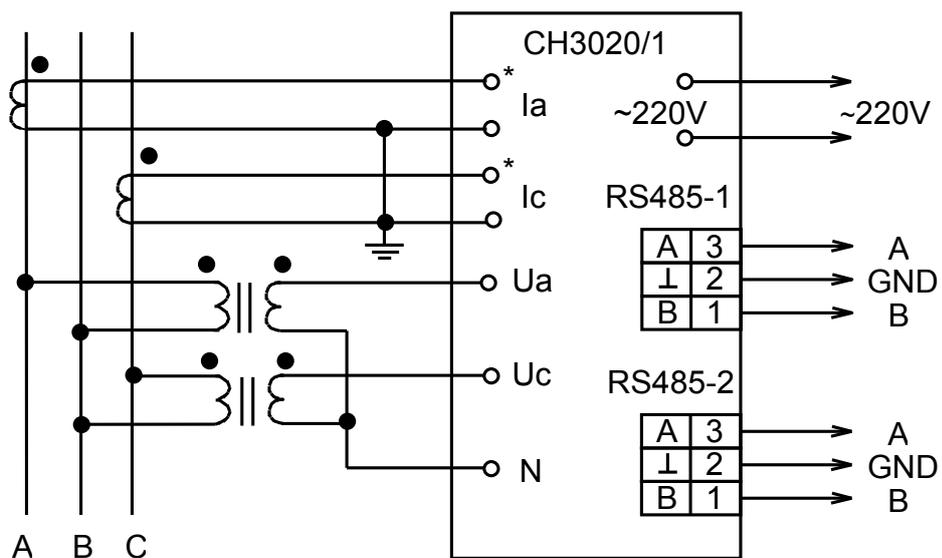


Рисунок В.3 - Схема подключения преобразователей CH3020/1-3-220-X

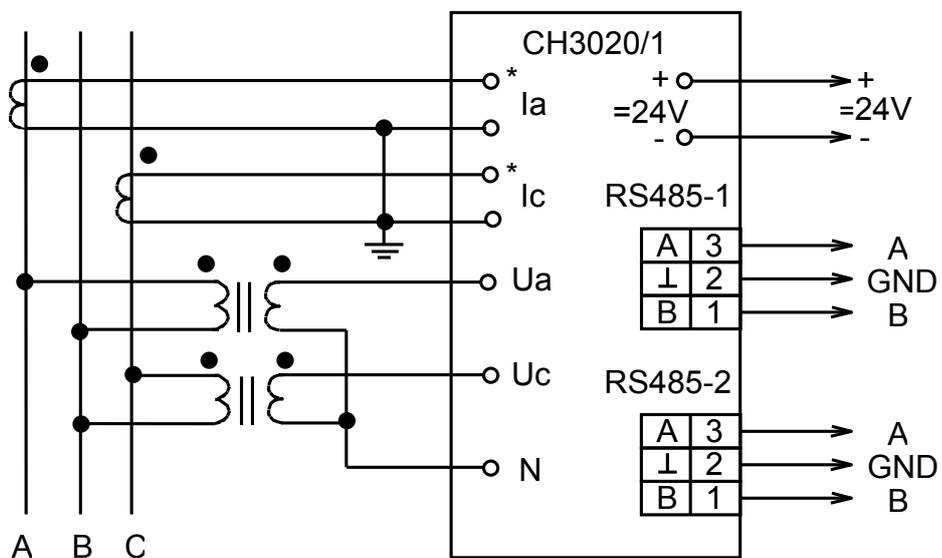


Рисунок В.4 - Схема подключения преобразователей CH3020/1-3-24-X

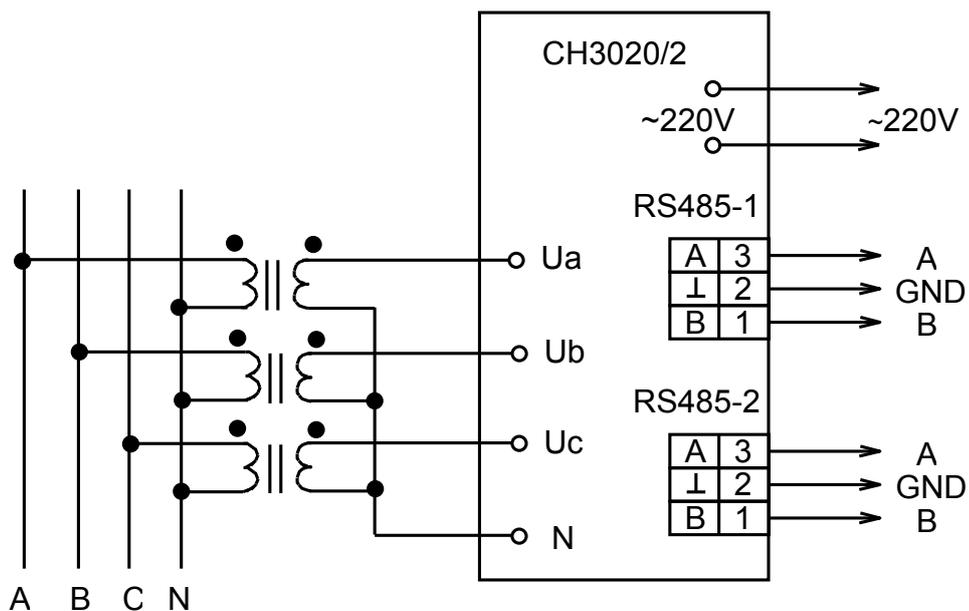


Рисунок В.5 - Схема подключения преобразователей CH3020/2-4-220-X

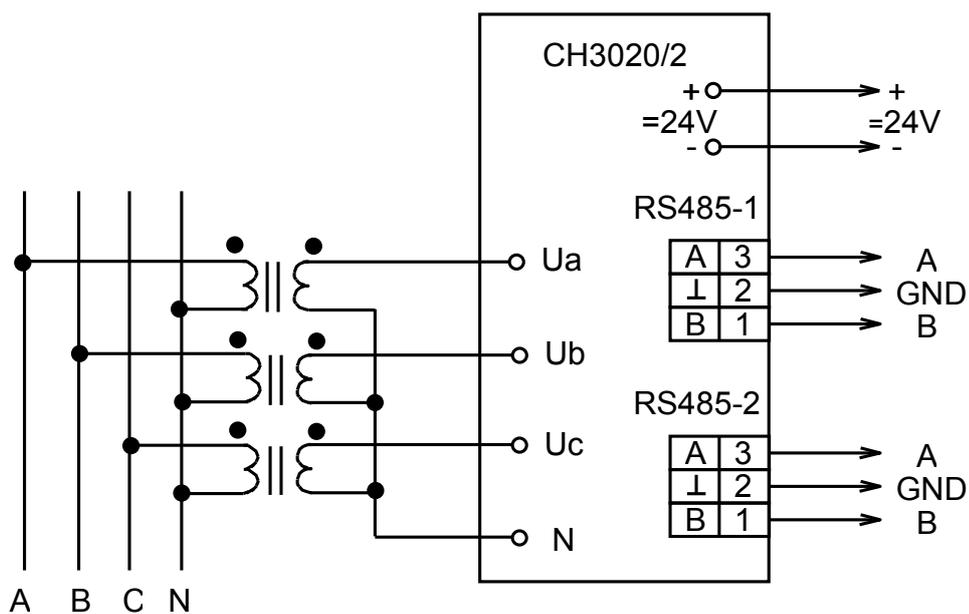


Рисунок В.6 - Схема подключения преобразователей CH3020/2-4-24-X

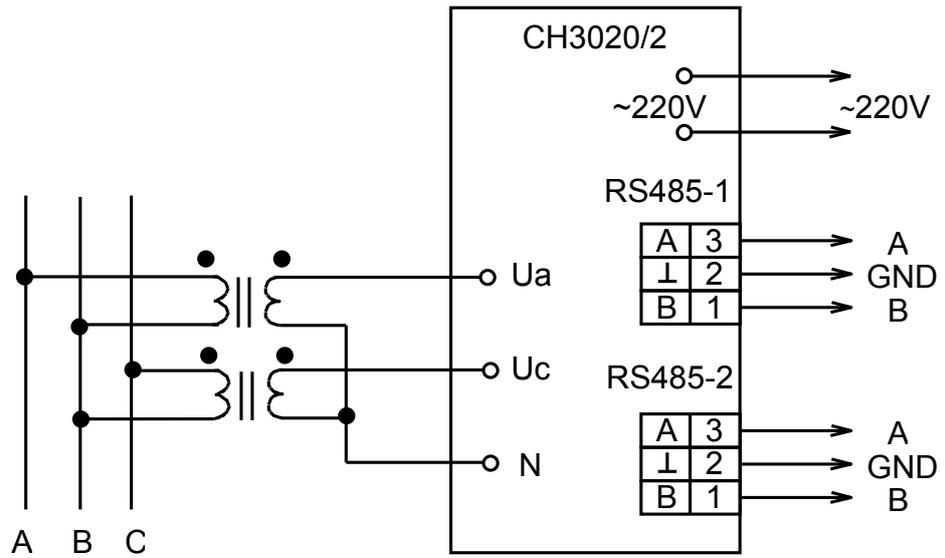


Рисунок В.7 - Схема подключения преобразователей CH3020/2-3-220-X

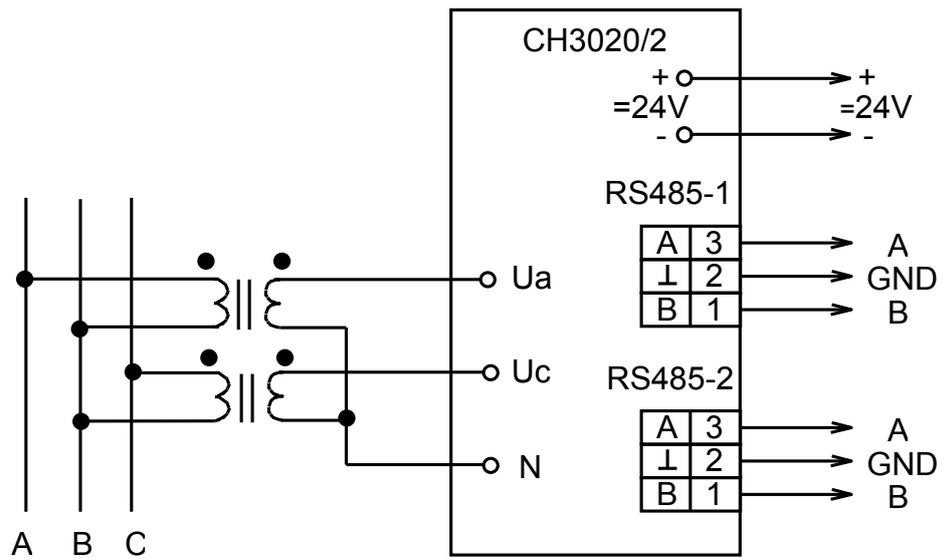
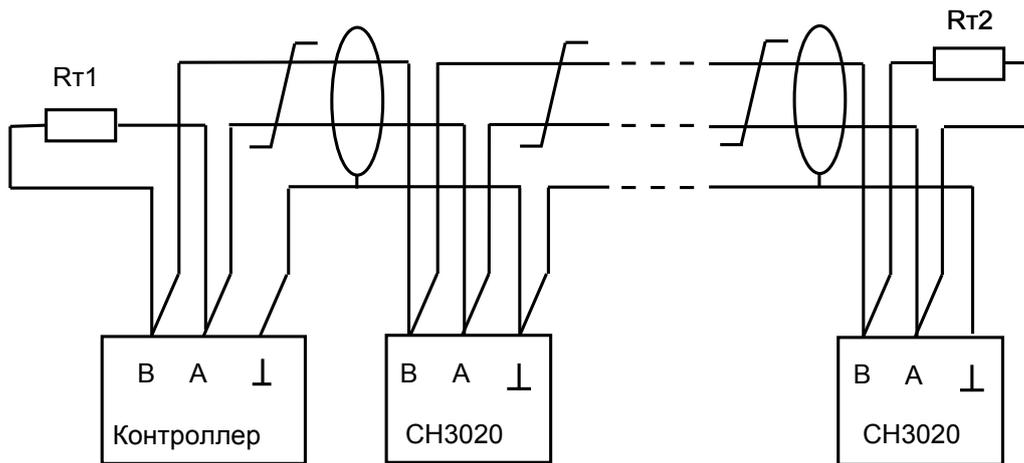


Рисунок В.8 -Схема подключения преобразователей CH3020/2-3-24-X



R_{T1} , R_{T2} – Резисторы C2-33-0,25-120 Ом $\pm 5\%$

Сечения провода не менее $0,2 \text{ мм}^2$

Рисунок В.9 - Подключение к цепи интерфейса RS485

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

ПРОТОКОЛ ОБМЕНА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СН3020 С СЕРВЕРОМ

Интерфейс

Преобразователь СН3020 оснащен двумя независимыми изолированными портами (стыками) связи типа RS-485: RS485-1 и RS485-2. Каждый из стыков может быть использован в одном из двух режимов:

- сетевой - для связи с Сервером;
- активный - для циклической выдачи результатов измерения на выносные цифровые табло.

Выбор режима работы стыка осуществляется при параметризации преобразователя СН3020.

Через любой из стыков преобразователя СН3020 осуществляется доступ к внутренним переменным и выходным значениям преобразователя СН3020, что используется для проведения операций регулировки, поверки и эксплуатации преобразователя СН3020.

Сетевой режим стыка

Информационный обмен преобразователя СН3020 с Сервером осуществляется в пакетном режиме по принципу «запрос-ответ» - в протоколе Modbus, FT1.2 или «циклическая выдача» в протоколе ModBus.

В качестве физической среды передачи информации используется двухпроводная магистраль RS-485 со следующими параметрами:

- скорость передачи – устанавливается параметром от 110 до 115,2 кбит/с;
- способ представления информации - побайтовый.

Каждое сообщение состоит из нескольких полей, передающихся друг за другом без разрывов во времени.

Приём преобразователем СН3020 кадров сервера осуществляется асинхронно и параллельно с внутренними циклами измерения и самодиагностики. Интенсивность запросов сервера не влияет на внутреннюю работу преобразователей СН3020.

Информационный обмен в протоколе ModBus

Преобразователь СН3020 в составе системы является ведомым (режим «по запросу») или ведущим (режим «циклически»), т.е. ведомый не может передавать информацию в канал без запроса ведущего – Сервера, ведущий – передает в канал циклически.

В режиме «по запросу» Сервер посылает адресные запросы преобразователям СН3020 в виде посылок, на что адресованный преобразователь СН3020 посылает ответ в виде последовательности байт. Число байт запроса и ответа не является постоянной величиной и зависит от характера запроса и состояния преобразователя СН3020. Сервер может выдать адресное сообщение отдельному преобразователю или может инициировать широкую передачу сообщения на все преобразователи. Преобразователь СН3020 возвращает сообщение в ответ на запрос, адресуемый именно ему. При широковещательном запросе преобразователи не выдают ответа.

Запрос Сервера или ответ преобразователя СН3020 на запрос не могут быть посланы до истечения интервала спокойного состояния линии после завершения передачи предыдущего сообщения. Максимальное время задержки ответа преобразователя СН3020 на запрос Сервера - 20 мс.

Каждое сообщение начинается с байта адреса и заканчивается двумя байтами контрольной суммы CRC.

Преобразователь СН3020 может не отвечать по одной из причин:

- адрес сообщения не совпал с адресом преобразователя СН3020;
- контрольная сумма (CRC) не совпала с рассчитанной преобразователем СН3020 контрольной суммой;
- обращение Сервера по широковещательному адресу;
- нарушение формата сообщения-запроса.

Формат сообщения запрос-ответ преобразователя СН3020 приведен в таблице Г.1:

Таблица Г.1

Запрос Сервера	Ответ преобразователя СН3020
Адрес преобразователя СН3020	Адрес преобразователя СН3020
Код функции	Код функции
8 - битные байты данных	8 - битные байты данных
Контрольная сумма (CRC)	Контрольная сумма (CRC)

Запрос: Код функции в запросе определяет преобразователю, какое действие необходимо произвести. Байты данных запроса содержат информацию, необходимую для выполнения запрошенной функции. Например, код функции 4 подразумевает запрос на чтение содержимого регистров преобразователя СН3020.

Ответ: Если преобразователь СН3020 выдает ответное сообщение, код функции в ответе повторяет код функции в запросе. В байтах данных содержится затребованная информация. Если имеет место ошибка, то код функции модифицируется, и в байтах данных передается причина ошибки.

В режиме «циклически» преобразователь СН3020 с периодом 1 с, выдает в канал измеренные данные. В этом режиме данные выдаются всегда в одной и той же последовательности не зависимо от назначения параметров (см. раздел «Функция выдачи на табло»). Ответ на эту посылку не требуется, т.к. используется широкослужащий запрос для выдачи данных.

Два режима последовательной передачи

Для работы с преобразователями СН3020 может быть использован один из двух способов передачи: ASCII или RTU. Пользователь выбирает необходимый режим вместе с другими параметрами (скорость передачи, режим паритета и т.д.) во время конфигурации каждого преобразователя СН3020.

Режим ASCII

При использовании ASCII - режима каждый байт сообщения передается как два ASCII символа. Старшая тетрада байта передается первым символом, младшая – вторым. Главное преимущество этого способа: временной интервал между соседними символами может достигать 1 с без возникновения ошибок при передаче.

Формат каждого байта в ASCII-режиме:

Система кодировки: Шестнадцатеричная, ASCII-символы 0-9, A-F
Назначение битов: 1 старт бит
7 бит данных, младшим битом вперед
1 бит паритета; нет бита паритета
1 стоп бит, если есть паритет; 2 бита если нет паритета;
Контрольная сумма: (LRC)

При использовании ASCII-режима каждый байт сообщения содержит два 4-битных шестнадцатеричных числа.

Каждое сообщение передается непрерывным потоком.

Формат каждого байта в RTU-режиме:

Система кодировки: 8-ми битовая двоичная
Назначение битов: 1 старт бит
8 бит данных, младшим значащим разрядом вперед
1 бит паритета; нет бита паритета
1 стоп бит, если есть паритет; 2 бита если нет паритета;
Контрольная сумма: (CRC)

Содержание сообщения MODBUS

ASCII фрейм

В ASCII-режиме сообщение начинается с символа «:» (двоеточие, ASCII 3A hex), и заканчивается последовательностью «возврат каретки-перевод строки» (CR-LF, ASCII 0D и 0A hex).

Допустимые символы для передачи - это шестнадцатеричные цифры 0-9, A-F. Монитор сетевого устройства в сети непрерывно отслеживает символ «двоеточие». Когда он принят, каждое устройство декодирует следующие поле сообщения (поле адреса) и т.д.

Интервалы между символами сообщения могут быть до 1 с. Если интервал больше, то принимающее устройство распознает это как ошибку. Типичный ASCII-фрейм сообщения показан в таблице Г2:

Таблица Г.2

Назначение:	Старт	Адрес	Функция	Данные	LRC	Конец
Длина поля:	1 символ: «:»	2 символа	2 символа	n символов	2 символа	2 символа: CR-LF

RTU фрейм

Байты в сообщении должны идти друг за другом, без разрывов во времени, т.е. за стоповым битом предыдущего байта должен следовать стартовый бит следующего байта, если он есть. Критерием окончания сообщения является гарантированный интервал спокойного состояния линии, длительность которого определяется установленной скоростью обмена для различных способов передачи данных.

В режиме сообщение начинается с интервала спокойного состояния линии, равного времени передачи не менее 3,5 символов при данной скорости передачи в сети. Первым полем передается адрес устройства.

Вслед за последним передаваемым символом также следует интервал спокойного состояния линии продолжительностью передачи не менее 3,5 символов. Новое сообщение может начинаться только после истечения этого интервала.

Фрейм сообщения передается непрерывно. Если интервал спокойного состояния линии продолжительностью передачи 1,5 символа возник во время передачи фрейма, принимающее устройство заканчивает прием сообщения и следующий байт будет воспринят как начало следующего сообщения.

Таким образом, если новое сообщение начнет передаваться до истечения интервала спокойного состояния линии, принимающее устройство может воспринять его как продолжение предыдущего сообщения. В этом случае устанавливается ошибка, так как будет несовпадение контрольных сумм. Типичный фрейм-сообщение показано в таблице Г.3:

Таблица Г.3

Старт	Адрес	Функция	Данные	CRC	Конец
T1-T2-T3-T4	8 бит	8 бит	n x бит	16 бит	T1-T2-T3-T4
Примечание – T1...T4 время передачи одного символа.					

Содержание адресного поля

Адресное поле фрейма содержит два символа (ASCII) или 8 бит (RTU). Допустимый адрес передачи находится в диапазоне 0 - 247. Каждому подчиненному устройству присваивается индивидуальный адрес в пределах от 1 до 247. Если к Серверу подключено несколько преобразователей СН3020, то каждый из преобразователей СН3020 должен иметь уникальный адрес.

Адрес 255 – универсальный (общий) адрес преобразователя СН3020. При обращении к преобразователю по этому адресу преобразователь СН3020 выдает ответное сообщение, независимо от установленного индивидуального адреса. При использовании адреса 255 к Серверу может быть подключен только один преобразователь СН3020.

Адрес 0 используется для широковещательной передачи, его распознает каждое устройство. На запрос по широковещательному адресу преобразователь СН3020 не отвечает. Преобразователь СН3020 по широковещательному адресу обрабатывает только функцию фиксации срезов.

Содержание поля функции

Поле функции фрейма содержит два символа (ASCII) или 8 бит (RTU). Диапазон числа 1 -255. Набор функций, поддерживаемых преобразователем СН3020, представлен ниже.

Когда преобразователь СН3020 отвечает Серверу, он использует поле кода функции для фиксации ошибки. В случае нормального ответа преобразователь СН3020 повторяет оригинальный код функции. Если имеет место ошибка, с ответным сообщением преобразователя СН3020 возвращается код функции с установленным в единицу старшим битом.

Например, сообщение от Сервера к преобразователю прочитать группу регистров имеет следующий код функции:

0000 0100 (04 hex)

Если подчиненный выполнил затребованное действие без ошибки, он возвращает такой же код. Если имеет место ошибка, то он возвращает:

1000 0100 (84 hex)

В добавление к изменению кода функции, преобразователь СН3020 размещает в поле данных уникальный код, который говорит Серверу, какая именно ошибка произошла или причину ошибки.

Содержание поля данных

Поле данных в сообщении от Сервера к преобразователю содержит дополнительную информацию, которая необходима преобразователю для выполнения указанной функции. Оно может содержать адреса регистров, их количество, счетчик передаваемых байтов данных.

Например, если Сервер запрашивает у преобразователя СН3020 прочитать группу регистров (код функции 04), поле данных содержит адрес начального регистра и количество регистров. Если Сервер хочет записать группу регистров (код функции 10 hex), поле данных содержит адрес начального регистра, количество регистров, счетчик количества байтов данных и данные для записи в регистры.

Поле данных может отсутствовать (иметь нулевую длину) в определенных типах сообщений.

Содержание поля контрольной суммы

В MODBUS - сетях используются два метода контроля ошибок передачи. Содержание поля контрольной суммы зависит от выбранного способа передачи:

ASCII

Когда используется ASCII-режим, поле контрольной суммы содержит два ASCII-символа. Контрольная сумма является результатом вычисления LRC (Longitudinal Redundancy Check), сделанного над содержанием сообщения, исключая ":" и CR-LF.

RTU

Когда используется RTU-режим, поле контрольной суммы содержит 16-ти битовую величину. Контрольная сумма является результатом вычисления CRC (Cyclical Redundancy Check), сделанного над содержанием сообщения.

Формат передачи символов

Передача символов идет младшим битом вперед.

ASCII фрейм

С контролем четности

Старт	1	2	3	4	5	6	7	Паритет	Стоп
-------	---	---	---	---	---	---	---	---------	------

Без контроля четности

Старт	1	2	3	4	5	6	7	Стоп	Стоп
-------	---	---	---	---	---	---	---	------	------

RTU фрейм

С контролем четности

Старт	1	2	3	4	5	6	7	8	Паритет	Стоп
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---------	------

Без контроля четности

Старт	1	2	3	4	5	6	7	8	Стоп	Стоп
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	------	------

Методы контроля ошибок

Стандартная MODBUS сеть использует два метода контроля ошибок: контроль паритета (even/odd) и контрольная сумма. Обе эти проверки генерируются в Сервере. Преобразователь CH3020 проверяет каждый байт и все сообщение в процессе приема.

Если преобразователь CH3020 обнаружил ошибку передачи, то он не формирует ответ Серверу.

Контроль паритета

Пользователь может конфигурировать преобразователи на проверку четного или нечетного паритета (Even/Odd).

Например, 8 бит-режима содержат следующую информацию: 1100 0101. Общее количество единиц - 4. Если используется четный паритет, то бит паритета будет равен 0, и общее количество единиц будет по-прежнему четным числом. Если используется нечетный паритет, то бит паритета будет равен 1, тогда общее количество единиц вместе с битом паритета будет равно пяти, т.е. нечетному числу.

Контрольная сумма LRC

Метод LRC проверяет содержание сообщения исключая начальный символ ":" и пару CR-LF.

LRC - один байт. LRC вычисляется передающим устройством и добавляется в конец сообщения. Принимающее устройство вычисляет LRC в процессе приема со-

общения и сравнивает его с полем LRC принятого сообщения. Если есть несовпадение, то имеет место ошибка.

Контрольная сумма CRC

Контрольная сумма CRC состоит из двух байт. Контрольная сумма вычисляется передающим устройством и добавляется в конец сообщения. Принимающее устройство вычисляет контрольную сумму в процессе приема и сравнивает ее с полем CRC принятого сообщения.

Счетчик контрольной суммы предварительно инициализируется числом FF hex. Только восемь бит данных используются для вычисления контрольной суммы CRC. Старт и стоп биты, бит паритета, если он используется, не учитываются в контрольной сумме.

Во время генерации CRC каждый байт сообщения складывается по исключающему ИЛИ с текущим содержимым регистра контрольной суммы. Результат сдвигается в направлении младшего бита, с заполнением старшего бита нулем. Если младший бит равен 1, то производится исключающее ИЛИ содержимого регистра контрольной суммы и определенного числа. Если младший бит равен 0, то исключающее ИЛИ не делается.

Процесс сдвига повторяется восемь раз. После последнего (восьмого) сдвига, следующий байт складывается с текущей величиной регистра контрольной суммы, и процесс сдвига повторяется восемь раз как описано выше. Конечное содержание регистра и есть контрольная сумма CRC.

Номенклатура выходных параметров

Преобразователь СН3020 обеспечивает выдачу значений параметров измеряемых величин. Номенклатура измеряемых параметров определяется исполнением преобразователя СН3020. Модификации преобразователей СН3020 и перечень измеряемых параметров приведены в таблице Г.4.

Таблица Г.4

Наименование параметра	Обозначение	Измеряемые параметры			
		CH3020/1-4-XXX-X	CH3020/1-3-XXX-X	CH3020/2-4-XXX	CH3020/2-3-XXX
Суммарная активная мощность	P	P	P	-	-
Активная мощность фазы нагрузки	Pa Pb Pc	Pa Pb Pc	- - -	- - -	- - -
Суммарная реактивная мощность	Q	Q	Q	-	-
Реактивная мощность фазы нагрузки	Qa Qb Qc	Qa Qb Qc	- - -	- - -	- - -
Действующее значение фазного напряжения	Ua Ub Uc	Ua Ub Uc	Uab - Ucb	Ua Ub Uc	Uab - Ucb
Действующее значение междуфазного напряжения	Uab Ubc Uca	Uab Ubc Uca	- - -	Uab Ubc Uca	- - -
Действующее значение фазного тока	Ia Ib Ic	Ia Ib Ic	Ia - Ic	- - -	- - -
Частота сети	F	F	F	F	F
Суммарная полная мощность	S	S	S	-	-
Полная мощность фазы нагрузки	Sa Sb Sc	Sa Sb Sc	- - -	- - -	- - -
Среднее значение тока по фазам	Icp	Icp	Icp	-	-
Среднее значение линейного напряжения	Uлcp	Uлcp	Uлcp	Uлcp	Uлcp
Коэффициент мощности	Kp	Kp	Kp	-	-

Для отсутствующего параметра преобразователь CH3020 выдает значение $\pm\infty$ (бесконечность).

При необходимости, пользователь может переупорядочить параметры в блоке выходных регистров. Фактическое расположение параметра в области текущих значений выходных регистров определяется конфигурацией преобразователя CH3020.

Формат float представления выходных значений параметров

Выходные значения измеряемых величин, коэффициенты трансформации и эталоны для калибровки каналов представляются в формате с плавающей запятой одинарной точности (float) стандарта IEEE 754 (Рисунок Г.1).

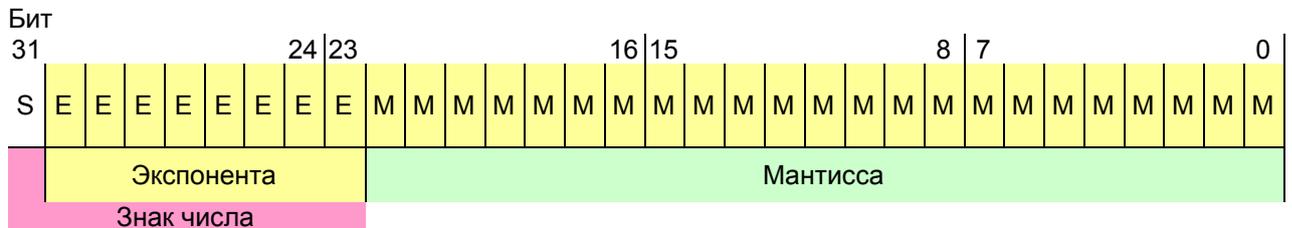


Рисунок Г.1 - Представление числа в формате с плавающей запятой одинарной точности (float) стандарта IEEE 754

Представление числа в формате с плавающей запятой одинарной точности.

Число:

$$= (-1)^s 2^e \times 1.f \text{ (нормировано) если } E > 0, \text{ иначе}$$

$$= (-1)^s 2^{-126} \times 0.f \text{ (не нормировано),}$$

где

$$f = (b_{23}^{-1} + b_{22}^{-2} + b_{in} + \dots + b_0^{-23}) \text{ где } b_{in} = 1 \text{ или } 0;$$

$$s = \text{знак (0 - положительный; 1 - отрицательный);}$$

E = смещенная экспонента;

$E_{\max}=255$, $E_{\min}=0$; E=255 и E=0 используются для представления специальных значений;

$$e = \text{несмещенная экспонента; } e = E - 127 \text{ (смещение).}$$

Данные одного канала передаются в сообщении в поле двух последовательных регистров.

Фиксация (срез) значений

Преобразователь СН3020 обеспечивает фиксацию (срез) текущих значений в памяти по команде Сервера. Команда фиксации осуществляется записью в регистр 0 значения метки – любого значения от 0 до 65535. Метка может быть считана одновременно с фиксированными значениями и обеспечивает идентификацию среза.

Метка среза может быть считана функцией Modbus 4 из регистра 100 (64 hex). Фиксированные значения располагаются в области регистров 101...144. Назначение параметров в области фиксированных значений соответствует назначению параметров в области текущих значений выходных регистров и определяется конфигурацией преобразователя СН3020.

Чтение кода АЦП

Для чтения данных непосредственно из АЦП необходимо выбрать один из шести каналов АЦП и запустить режим циклического обновления значений (сервисная функция Modbus 8 подфункция 2). Преобразователь СН3020 обеспечивает циклическое обновление в регистре 99 (63 hex) данных выбранного канала. При этом данные выходных каналов не обновляются. Сброс режима осуществляется рестартом питания преобразователя СН3020, рестартом преобразователя СН3020 (сервисная функция Modbus 8 подфункция 1) или сбросом режима циклической выдачи (сервисная функция Modbus 8 подфункция 2 код 0).

Рестарт интерфейсного модуля преобразователя СН3020

Рестарт интерфейсного модуля преобразователя СН3020 осуществляется рестартом питания преобразователя СН3020 или вызовом сервисной функции Modbus 8 (подфункция 1).

Регистр состояния преобразователя СН3020

Регистр состояния преобразователя СН3020 0 отображает состояние измерительного тракта и вычислителя преобразователя СН3020. Значение регистра состояния соответствует текущему циклу измерения.

Функции контроля и обработки данных

Сервер в отношении преобразователя СН3020 осуществляет следующие функции:

- чтение значений параметров (функция Modbus 04);
- чтение фиксированных значений (среза) параметров (функция Modbus 04);
- передача команд калибровки, фиксации данных, диагностики;
- чтение значений АЦП (в сервисном режиме);

- параметризацию преобразователя СН3020.

Чтение содержимого последовательности регистров

Посредством команд чтения осуществляется считывание регистров, содержащих текущие результаты измерения и фиксированные значения (срез).

В ASCII режиме за один запрос можно считывать не более 11-ти параметров (22 регистра).

Функция Modbus 04

Формат запроса Сервера приведен в таблице Г.5;

Таблица Г.5

Имя поля		№ байта	Значение (HEX)
Заголовок	Адрес преобразователя СН3020	0	
	Функция	1	04
	Адрес регистра, старший байт	2	
	Адрес регистра, младший байт	3	
	Число регистров, старший байт	4	
	Число регистров, младший байт	5	
Контрольная сумма (CRC)	CRC, старший байт	6	
	CRC, младший байт	7	

Формат ответа преобразователя СН3020 приведен в таблице Г.6:

Таблица Г.6

Имя поля		№ байта	Значение (HEX)
Заголовок	Адрес преобразователя СН3020	0	
	Функция	1	04
	Число байт данных	2	
Данные	Данные, разряды 0...7	3	Float IEEE 754
	Данные, разряды 8...15	4	
	Данные, разряды 16...23	5	
	Данные, разряды 24...31	6	
	
	Данные, разряды 0...7	n-5	Float IEEE 754
	Данные, разряды 8...15	n-4	
	Данные, разряды 16...23	n-3	
Данные, разряды 24...31	n-2		
Контрольная сумма (CRC)	CRC, старший байт	n-1	
	CRC, младший байт	n	
Примечание - Данные одного канала в формате float передаются в сообщении в поле двух последовательных регистров, начиная с младшего байта.			

Запись пользовательских коэффициентов и выдача команд пользователя

Посредством команд записи осуществляется запись коэффициентов трансформации ИТ и выдача преобразователю СН3020 пользовательских команд, необходимых при эксплуатации преобразователя СН3020. При записи эталона преобразователь СН3020 автоматически производит коррекцию измерительного канала, используя значение эталона и фактически измеренное значение входного сигнала, поданного на вход соответствующего канала.

Функция Modbus 16 (10 Hex)

Формат запроса сервера приведен в таблице Г.7:

Таблица Г.7

	Имя поля	№ байта	Значение (HEX)
Заголовок	Адрес преобразователя СН3020	0	
	Функция	1	10
	Адрес регистра, старший байт	2	
	Адрес регистра, младший байт	3	
	Число регистров, старший байт	4	0
	Число регистров, младший байт	5	2
	Число байт данных	6	
Данные	Данные, разряды 0...7	7	Float IEEE 754
	Данные, разряды 8...15	8	
	Данные, разряды 16...23	9	
	Данные, разряды 24...31	10	
	
	Данные, разряды 0...7	n-5	Float IEEE 754
	Данные, разряды 8...15	n-4	
	Данные, разряды 16...23	n-3	
Данные, разряды 24...31	n-2		
Контрольная сумма (CRC)	CRC, старший байт	n-1	
	CRC, младший байт	n	

Формат ответа преобразователя СН3020 приведен в таблице Г.8:

Таблица Г.8

	Имя поля	№ байта	Значение (HEX)
Заголовок	Адрес преобразователя СН3020	0	
	Функция	1	10
	Адрес регистра, старший байт	2	
	Адрес регистра, младший байт	3	
	Число регистров, старший байт	4	0
	Число регистров, младший байт	5	2
Контрольная сумма (CRC)	КС, старший байт	6	
	КС, младший байт	7	

Сервисные команды

Сервисные команды служат для диагностики и калибровки измерительных каналов на стадии изготовления и регулировки преобразователя СН3020.

Функция Modbus 08

Формат запроса от Сервера к преобразователю СН3020 приведен в таблице Г.9:

Таблица Г.9

	Имя поля	№ байта	Значение (HEX)
Заголовок	Адрес преобразователя СН3020	0	
	Функция	1	08
	Подфункция, старший байт	2	
	Подфункция, младший байт	3	
Данные	Данные, старший байт	4	
	Данные, младший байт	5	
Контрольная сумма (CRC)	CRC, старший байт	6	
	CRC, младший байт	7	

Формат ответа от преобразователя СН3020 к Серверу приведен в таблице Г.10:

Таблица Г.10

	Имя поля	№ байта	Значение (HEX)
Заголовок	Адрес преобразователя СН3020	0	
	Функция	1	08
	Подфункция, старший байт	2	
	Подфункция, младший байт	3	
Данные	Данные, старший байт	4	
	Данные, младший байт	5	
Контрольная сумма (CRC)	CRC, старший байт	6	
	CRC, младший байт	7	

Подфункции диагностики приведены в таблице Г.11

Таблица Г.11

Подфункции (функции Modbus 08hex)		
Номер подфункции	Разряды	Назначение
1	Разряды 15...0	0 – сброс процессора преобразователя СН3020

Окончание таблицы Г.11

Номер подфункции	Разряды	Назначение
2	Разряды 15...0	Циклическая выборка значений АЦП: 8000h – по каналу Ua; 8001h – по каналу Ub; 8002h – по каналу Uc; 8003h – по каналу Ia; 8004h – по каналу Ib; 8005h – по каналу Ic; 8006h – по каналу Uref; 0000h – отключение режима циклической выборки
Примечания: 1 Включение режима «Циклическая выборка значений АЦП» производится с ненулевым значением старшего бита старшего байта данных в кадре запроса. 2 Отключение режима производится с нулевым значением в старшем бите старшего байта данных в кадре запроса.		

Назначения регистров приведены в таблице Г.12:

Таблица Г.12

Адрес регистра (hex)	Разряды	Назначение
Служебный регистр. Доступен только для чтения - функция Modbus 04		
0000h	Разряд 15	=0 – норма; =1 – данные результата измерения недостоверны
	Разряд 14	=0 – резерв
	Разряд 13	=0 – резерв
	Разряд 12	=0 – резерв
	Разряд 11	=0 – норма; =1 – сбой генератора
	Разряд 10	=0 – норма; =1 – сбой EEPROM
	Разряд 9	=0 – норма; =1 – сбой синхронизации АЦП
	Разряд 8	=0 – норма; =1 – сбой программы
	Разряд 7	=0 – норма; =1 – переполнение по частоте F
	Разряд 6	=0 – норма; =1 – сбой источника опорного напряжения Uref
	Разряд 5	=0 – норма; =1 – перегрузка по напряжению, канал Uc
Разряд 4	=0 – норма; =1 – перегрузка по напряжению, канал Ub	

Продолжение таблицы Г.12

Адрес регистра (hex)	Разряды	Назначение
	Разряд 3	=0 – норма; =1 – перегрузка по напряжению, канал Ua
	Разряд 2	=0 – норма; =1 – перегрузка по току, канал Ic
	Разряд 1	=0 – норма; =1 – перегрузка по току, канал Ib
	Разряд 0	=0 – норма; =1 – перегрузка по току, канал Ia
Выходные регистры. Доступны только для чтения - функция Modbus 04		
0001h	Разряды 15...0	Идентификатор преобразователя СН3020
	Разряды 15...8	Символ «М» (прописная буква) в латинском регистре
	Разряды 7...4	Исполнение аппаратной части преобразователя: 1 - СН3020/1-4; 2 - СН3020/1-3; 3 - СН3020/2-4; 4 - СН3020/2-3
	Разряды 3...0	Исполнение программной части преобразователя СН3020: =1
0002... ...0037h		Область текущих значений измеряемых параметров и коэффициентов трансформации. Назначение параметров определяется конфигурацией. Формат значений - Float IEEE 754
0002h	Разряды 31...0	Параметр 1
0004h	Разряды 31...0	Параметр 2
0006h	Разряды 31...0	Параметр 3
0008h	Разряды 31...0	Параметр 4
000Ah	Разряды 31...0	Параметр 5
000Ch	Разряды 31...0	Параметр 6
000Eh	Разряды 31...0	Параметр 7
0010h	Разряды 31...0	Параметр 8
0012h	Разряды 31...0	Параметр 9
0014h	Разряды 31...0	Параметр 10
0014h	Разряды 31...0	Параметр 11
0014h	Разряды 31...0	Параметр 12
001Ah	Разряды 31...0	Параметр 13
001Ch	Разряды 31...0	Параметр 14
001Eh	Разряды 31...0	Параметр 15
0020h	Разряды 31...0	Параметр 16
0022h	Разряды 31...0	Параметр 17
0024h	Разряды 31...0	Параметр 18

Продолжение таблицы Г.12

Адрес регистра (hex)	Разряды	Назначение
0026h	Разряды 31...0	Параметр 19
0028h	Разряды 31...0	Параметр 20
002Ah	Разряды 31...0	Параметр 21
002Ch	Разряды 31...0	Параметр 22
002Eh	Разряды 31...0	Параметр 23
0030h	Разряды 31...0	Параметр 24
0032h	Разряды 31...0	Параметр 25
0034h	Разряды 31...0	Параметр 26
0036h	Разряды 31...0	Параметр 27
		Резерв
0063h	Разряды 15...0	А - данные с выхода АЦП по выбранному каналу (запуск режима циклической выборки значений и выбор канала осуществляются через сервисную функцию)
0064h	Разряды 15...0	Метка среза, установленная Сервером
0065... ...009Ah		Область фиксированных значений измеряемых параметров (данные среза). Назначение параметров определяется конфигурацией. Формат значений - Float IEEE 754
0065h	Разряды 31...0	Параметр 1
0067h	Разряды 31...0	Параметр 2
0069h	Разряды 31...0	Параметр 3
006Bh	Разряды 31...0	Параметр 4
006Dh	Разряды 31...0	Параметр 5
006Fh	Разряды 31...0	Параметр 6
0071h	Разряды 31...0	Параметр 7
0073h	Разряды 31...0	Параметр 8
0075h	Разряды 31...0	Параметр 9
0077h	Разряды 31...0	Параметр 10
0079h	Разряды 31...0	Параметр 11
007Bh	Разряды 31...0	Параметр 12
007Dh	Разряды 31...0	Параметр 13
007Fh	Разряды 31...0	Параметр 14
0081h	Разряды 31...0	Параметр 15
0083h	Разряды 31...0	Параметр 16
0085h	Разряды 31...0	Параметр 17
0087h	Разряды 31...0	Параметр 18
0089h	Разряды 31...0	Параметр 19
008Bh	Разряды 31...0	Параметр 20
008Dh	Разряды 31...0	Параметр 21
008Fh	Разряды 31...0	Параметр 22
0091h	Разряды 31...0	Параметр 23
0093h	Разряды 31...0	Параметр 24

Продолжение таблицы Г.12

Адрес регистра (hex)	Разряды	Назначение			
0095h	Разряды 31...0	Параметр 25			
0097h	Разряды 31...0	Параметр 26			
0099h	Разряды 31...0	Параметр 27			
00C8...0FDh	Область фиксированных значений измеряемых параметров. Float IEEE 754				
		CH3020/1-4	CH3020/1-3	CH3020/2-4	CH3020/2-3
00C8h	Разряды 31...0	P	P	-	-
00CAh	Разряды 31...0	Pa	-	-	-
00CCh	Разряды 31...0	Pb	-	-	-
00CEh	Разряды 31...0	Pc	-	-	-
00D0h	Разряды 31...0	Q	Q	-	-
00D2h	Разряды 31...0	Qa	-	-	-
00D4h	Разряды 31...0	Qb	-	-	-
00D6h	Разряды 31...0	Qc	-	-	-
00D8h	Разряды 31...0	Ua	Uab	Ua	Uab
00DAh	Разряды 31...0	Ub	-	Ub	-
00DCh	Разряды 31...0	Uc	Ucb	Uc	Ucb
00Deh	Разряды 31...0	Uав	-	Uав	-
00E0h	Разряды 31...0	Uас	-	Uас	-
00E2h	Разряды 31...0	Ubc	-	Ubc	-
00E4h	Разряды 31...0	Ia	Ia	-	-
00E6h	Разряды 31...0	Ib	-	-	-
00E8h	Разряды 31...0	Ic	Ic	-	-
00Eah	Разряды 31...0	F	F	F	F
00Ech	Разряды 31...0	S	S	-	-
00Eeh	Разряды 31...0	Sa	-	-	-
00F0h	Разряды 31...0	Sb	-	-	-
00F2h	Разряды 31...0	Sc	-	-	-
00F4h	Разряды 31...0	Kн	Kн	Kн	Kн
00F6h	Разряды 31...0	Kт	Kт	Kт	Kт
00F8h	Разряды 31...0	Icp	Icp	-	-
00Fah	Разряды 31...0	Uлcp	Uлcp	Uлcp	Uлcp
00FCh	Разряды 31...0	Kр	Kр	-	-
Регистры эталонов. Доступны для чтения – функция Modbus 3 (03hex)					
0004h	Разряды 31...0	Kн – коэффициент трансформации по напряжению, формат float			
0006h	Разряды 31...0	Kт – коэффициент трансформации по току, формат float			
0016h	Разряды 31...0	Kр – коэффициент мощности, формат float			

Окончание таблицы Г.12

Адрес регистра (hex)	Разряды	Назначение
0020... ...003Fh		Строка пользовательских данных (32 байта)
Регистры эталонов. Доступны для записи – функция Modbus 16 (10hex)		
0000h	Разряды 15...0	=0...65535 – метка среза. При записи метки осуществляется фиксация текущих значений (срез)
0002h	Разряды 31...0	Резерв
0004h	Разряды 31...0	K _n – коэффициент трансформации по напряжению, формат float
0006h	Разряды 31...0	K _t – коэффициент трансформации по току, формат float
0008h	Разряды 31...0	F _{et} – эталон частоты, формат float
000Ah	Разряды 31...0	U _{aet} – эталон напряжения для канала U _a , формат float
000Ch	Разряды 31...0	U _{bet} – эталон напряжения для канала U _b , формат float
000Eh	Разряды 31...0	U _{cet} – эталон напряжения для канала U _c , формат float
0010h	Разряды 31...0	I _{aet} – эталон тока для канала I _a , формат float
0012h	Разряды 31...0	I _{bet} – эталон тока для канала I _b , формат float
0014h	Разряды 31...0	I _{cet} – эталон тока для канала I _c , формат float

Функция выдачи на табло

Преобразователь СН3020 имеет возможность циклически выдавать через любой из стыков значения измеренных параметров для отображения на внешних цифровых табло.

Для того чтобы преобразователь СН3020 выдавал на табло необходимо настроить параметры порта:

- протокол – ModBus,
- способ передачи – циклическая передача,
- скорость – скорость передачи данных, установленная на табло.

Для выдачи данных на табло используется функция Modbus 16 (10 Hex).

Формат выдачи данных от преобразователя СН3020 к табло приведен в таблице Г.13:

Таблица Г.13

Имя поля		№ байта	Значение (HEX)			
Заголовок	Адрес табло	0	0			
	Функция	1	10			
	Адрес регистра, старший байт	2	0			
	Адрес регистра, младший байт	3	0			
	Число регистров, старший байт	4	0			
	Число регистров, младший байт	5	2C			
	Число байт данных	6	58			
Данные	Служебный регистр		7,8			
	Идентификатор преобразователя СН3020 (см. регистр 0001)		9,10			
	СН3020/1-4	СН3020/1-3	СН3020/2-4	СН3020/2-3		
	P	P	-	-	11...14	Float IEEE 754
	Pa	-	-	-	15...18	Float IEEE 754
	Pc	-	-	-	23...26	Float IEEE 754
	Q	Q	-	-	27...30	Float IEEE 754
	Qa	-	-	-	31...34	Float IEEE 754
	Qb	-	-	-	35...38	Float IEEE 754
	Qc	-	-	-	39...42	Float IEEE 754
	Ua	Uab	Ua	Uab	43...46	Float IEEE 754
	Ub	-	Ub	-	47...50	Float IEEE 754
	Uc	Ucb	Uc	Ucb	51...54	Float IEEE 754
	Uab	-	Uab	-	55...58	Float IEEE 754
	Uac	-	Uac	-	59...62	Float IEEE 754
	Ubc	-	Ubc	-	63...66	Float IEEE 754
	Ia	Ia	-	-	67...70	Float IEEE 754
	Ib	-	-	-	71...74	Float IEEE 754
	Ic	Ic	-	-	75...78	Float IEEE 754
	F	F	F	F	79...82	Float IEEE 754
S	S	-	-	83...86	Float IEEE 754	
Sa	-	-	-	87...90	Float IEEE 754	
Sb	-	-	-	91...94	Float IEEE 754	
Sc	-	-	-	95...98	Float IEEE 754	
Контрольная сумма (CRC)	CRC, старший байт		99			
	CRC, младший байт		100			

Параметризация преобразователя СН3020.

Параметризация преобразователя СН3020 возможна только в протоколе ModBus RTU.

После подачи питания на преобразователь СН3020, в течении первых 5-ти секунд по обоим портам устанавливается режим работы с конфигуратором:

- способ передачи – по запросу;
- скорость – 57600 б/с;
- адрес – 1;
- протокол – ModBus RTU;
- четность – нет;

При получении любой корректной посылки, т.е. совпадает контрольная сумма и адрес, время режима работы с конфигуратором продлевается на 10 секунд. При каждом очередном корректном запросе время продлевается еще на 10 секунд. Если в течении этого времени не было ни одного запроса, то преобразователь переходит в рабочий режим и активизирует параметры, установленные конфигуратором.

Функция записи параметров доступна только в режиме работы с конфигуратором.

Для параметризации интерфейсного узла преобразователя СН3020 используется две функции: функция ModBus 20 - используется для чтения параметров, и функция ModBus 21 - используется для записи параметров.

Функция Modbus 20 (14 Hex)

Формат запроса сервера к преобразователю СН3020 приведен в таблице Г.14:

Таблица Г.14

	Имя поля	№ байта	Значение (HEX)
Заголовок	Адрес преобразователя СН3020	0	
	Функция	1	14
	Число байт данных	2	7
	Резерв	3	0
	Резерв	4	0
	Резерв	5	0
	Адрес, старший байт	6	
	Адрес, младший байт	7	
	Число слов, старший байт	8	
	Число слов, младший байт	9	
Контрольная сумма (CRC)	CRC, старший байт	10	
	CRC, младший байт	11	

Формат ответа преобразователя СН3020 Серверу приведен в таблице Г.15:

Таблица Г.15

Имя поля		№ байта	Значение (HEX)
Заголовок	Адрес преобразователя СН3020	0	
	Функция	1	14
	Число байт данных + 1	2	
	Число байт данных	3	
Данные	Резерв	4	
	Данные	5	
	
	Данные	n-2	
Контрольная сумма (CRC)	CRC, старший байт	n-1	
	CRC, младший байт	n	

Функция Modbus 21 (15 Hex)

Формат запроса Сервера к преобразователю СН3020 приведен в таблице Г.16:

Таблица Г.16

Имя поля		№ байта	Значение (HEX)
Заголовок	Адрес преобразователя СН3020	0	
	Функция	1	15
	Число байт данных	2	7
	Резерв	3	0
	Резерв	4	0
	Резерв	5	0
	Адрес, старший байт	6	
	Адрес, младший байт	7	
	Число слов, старший байт	8	
	Число слов, младший байт	9	
Данные	Данные	10	
	
	Данные	n-2	
Контрольная сумма (CRC)	CRC, старший байт	n-1	
	CRC, младший байт	n	

От преобразователя СН3020 к Серверу:

Ответ повторяет запрос сервера.

В таблице Г.17 приведены параметры интерфейсного модуля

Таблица Г.17

Адрес регистра (hex)	Разряды	Назначение (значение)
0000h	Разряды 7...0	Адрес преобразователя СН3020 на порту COM1: от 0 до 255
0001h	Разряды 7...0	Адрес преобразователя СН3020 на порту COM2: от 0 до 255
0002h	Разряды 7...0	=1 – служебный параметр
0003h	Разряды 7...0	Скорость передачи на порту COM1: =0 - 110 бит/с; =1 - 150 бит/с; =2 - 300 бит/с; =3 - 600 бит/с; =4 - 1200 бит/с; =5 - 2400 бит/с; =6 - 4800 бит/с; =7 - 9600 бит/с; =8 - 19200 бит/с; =9 - 38400 бит/с; =10 - 57600 бит/с; =11 - 115200 бит/с;
0004h	Разряды 7...0	Скорость передачи на порту COM2: =0 - 110 бит/с; =1 - 150 бит/с; =2 - 300 бит/с; =3 - 600 бит/с; =4 - 1200 бит/с; =5 - 2400 бит/с; =6 - 4800 бит/с; =7 - 9600 бит/с; =8 - 19200 бит/с; =9 - 38400 бит/с; =10 - 57600 бит/с; =11 - 115200 бит/с;
0005h	Разряды 7...0	=15 – служебный регистр
0006h	Разряды 7...0	Способ передачи на порту COM1: =0 – Циклическая =6 – По запросу
0007h	Разряды 7...0	Способ передачи на порту COM2: =0 – Циклическая =6 – По запросу
0008h	Разряды 7...0	=0 – служебный параметр
0009h	Разряды 7...0	Протокол на порту COM1: =2 – ModBus =3 – ModBus ASCII =5 – FT1.2 3020

Продолжение таблицы Г.17

Адрес регистра (hex)	Разряды	Назначение (значение)
000Ah	Разряды 7...0	Протокол на порту COM2: =2 – ModBus =3 – ModBus ASCII =5 – FT1.2 3020
000Bh	Разряды 7...0	=2 – служебный параметр
000Ch	Разряды 7...0	Формат кадра на порту COM1
	Разряды 7...0	Четность: =0 – Нет; =1 – Четность; =2 – Нечетность
000Dh	Разряды 7...0	Формат кадра на порту COM2
	Разряды 7...0	Четность: =0 – Нет; =1 – Четность; =2 – Нечетность
000Eh	Разряды 7...0	=0 – служебный параметр
000Fh	Разряды 15...0	Исполнение устройства (запись – любое значение, чтение – значение, приведенное ниже)
	Разряды 15...8	Символ «М» (прописная буква) в латинском регистре
	Разряды 7...4	Исполнение аппаратной части преобразователя СН3020: 1 - СН3020/1-4; 2 - СН3020/1-3; 3 - СН3020/2-4; 4 - СН3020/2-3
	Разряды 3...0	Исполнение программной части преобразователя СН3020: =0
0011h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 1 (Таблица Г.17а)
0012h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 2 (Таблица Г.17а)
0013h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 3 (Таблица Г.17а)
0014h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 4 (Таблица Г.17а)
0015h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 5 (Таблица Г.17а)
0016h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 6 (Таблица Г.17а)
0017h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 7 (Таблица Г.17а)
0018h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 8 (Таблица Г.17а)
0019h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 9 (Таблица Г.17а)
001Ah	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 10 (Таблица Г.17а)
001Bh	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 11 (Таблица Г.17а)

Окончание таблицы Г.17

Адрес регистра (hex)	Разряды	Назначение (значение)
001Ch	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 12 (Таблица Г.17а)
001Dh	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 13 (Таблица Г.17а)
001Eh	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 14 (Таблица Г.17а)
001Fh	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 15 (Таблица Г.17а)
0020h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 16 (Таблица Г.17а)
0021h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 17 (Таблица Г.17а)
0022h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 18 (Таблица Г.17а)
0023h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 19 (Таблица Г.17а)
0024h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 20 (Таблица Г.17а)
0025h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 21 (Таблица Г.17а)
0026h	Разряды 7...0	Индекс выходного параметра регистра 22 (Таблица Г.17а)

Таблица Г.17а

Индекс выходного параметра, разряды 7..0	Возвращаемые значения			
	СН3020/1-4	СН3020/1-3	СН3020/2-4	СН3020/2-3
0	P	P	-	-
1	Pa	-	-	-
2	Pb	-	-	-
3	Pc	-	-	-
4	Q	Q	-	-
5	Qa	-	-	-
6	Qb	-	-	-
7	Qc	-	-	-
8	Ua	Uab	Ua	Uab
9	Ub	-	Ub	-
10	Uc	Ubc	Uc	Ubc

Окончание таблицы Г.17а

Индекс выходного параметра, разряды 7..0	Возвращаемые значения			
	CH3020/1-4	CH3020/1-3	CH3020/2-4	CH3020/2-3
11	Uab	-	Uab	-
12	Uac	-	Uac	-
13	Ucb	-	Ucb	-
14	Ia	Ia	-	-
15	Ib	-	-	-
16	Ic	Ic	-	-
17	F	F	F	F
18	S	S	-	-
19	Sa	-	-	-
20	Sb	-	-	-
21	Sc	-	-	-
22	Icp	Icp	-	-
23	Улср	Улср	Улср	Улср
24	Kp	Kp	-	-

Информационный обмен в протоколе FT1.2

Информационный обмен между сервером и преобразователем CH3020 осуществляется по средствам кадров (посылок) постоянной длины формата FT 1.2 (ГОСТ Р МЭК 870-5-2). Размер отдельного кадра определяется только направлением передачи информации:

– при передаче информации от сервера к преобразователю кадр имеет размер 8 байт;

– при передаче информации от преобразователя CH3020 к серверу – 10 байт.

Под информацией понимаются как результаты измерений, отсылаемые преобразователем CH3020 серверу, так и управляющие команды, и запросы сервера к преобразователю. Используемый протокол обмена – последовательный, по стандарту RS485 со следующими характеристиками:

– скорость обмена 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/с (устанавливается программно при параметризации преобразователя CH3020);

– число бит данных – 8;

– контроль четности отсутствует;

– число стоп-бит – 1;

Общий формат кадров сервера представлен в таблице Г.18.

Таблица Г.18

Номер байта	Значение	Комментарий
1	10h	Старт- байт
2	Address	Адрес преобразователя СН3020
3	Function	Код функции;
4	Mant.Low	Младший байт мантиссы данных
5	Mant.High	Старший байт мантиссы данных
6	EXP	Экспонента мантиссы данных
7	CRC	Контрольная сумма байтов 2,3 ... 6 по модулю 256
8	16h	Стоп-байт

Достоверность обращения сервера контролируется преобразователем СН3020 путём сравнения поступающего кадра с маской, содержащей: старт-байт, адрес, контрольную сумму, стоп-байт. При несовпадении кадра с маской на некотором байте, преобразователь СН3020 настраивается на прием нового кадра.

В зависимости от кода функции Function преобразователь СН3020 может игнорировать содержимое полей Mant.Low, Mant.High и EXP в кадре сервера. Значения в формате с плавающей запятой определяются соотношением:

$$\text{Число} = \text{Mant} \cdot 2^{\text{exp}}, \quad (\text{Г.1})$$

где *Mant* – мантисса числа – знаковое целое 16-ти разрядное;

exp – экспонента числа – знаковое целое 8-ми разрядное.

Если код функции двух байтный, то второй байт передается в поле Mant.Low, значения неиспользуемых байтов - произвольное.

Перечень кодов функций и возвращаемые значения в зависимости от модификации преобразователя СН3020 представлены в таблице Г.19.

Таблица Г.19

Наименование функции	Код функции	Примечание	Возвращаемые значения			
			СН3020/1-4	СН3020/1-3	СН3020/2-4	СН3020/2-3
«Запрос результата измерения P»	50h, 5Fh	ASCII-код символа "P,_"	P	P	-	-
«Запрос результата измерения Pa»	50h, 61h	ASCII-код символа "P,a"	Pa	-	-	-
«Запрос результата измерения Pb»	50h, 62h	ASCII-код символа "P,b"	Pb	-	-	-
«Запрос результата измерения Pc»	50h, 63h	ASCII-код символа "P,c"	Pc	-	-	-
«Запрос результата измерения Q»	51h, 5Fh	ASCII-код символа "Q,_"	Q	Q	-	-
«Запрос результата измерения Qa»	51h, 61h	ASCII-код символа "Q,a"	Qa	-	-	-
«Запрос результата измерения Qb»	51h, 62h	ASCII-код символа "Q,b"	Qb	-	-	-
«Запрос результата измерения Qc»	51h, 63h	ASCII-код символа "Q,c"	Qc	-	-	-
«Запрос результата измерения S»	53h, 5Fh	ASCII-код символа "S,_"	S	S	-	-
«Запрос результата измерения Qa»	51h, 61h	ASCII-код символа "Q,a"	Qa	-	-	-
«Запрос результата измерения Qb»	51h, 62h	ASCII-код символа "Q,b"	Qb	-	-	-
«Запрос результата измерения Qc»	51h, 63h	ASCII-код символа "Q,c"	Qc	-	-	-
«Запрос результата измерения S»	53h, 5Fh	ASCII-код символа "S,_"	S	S	-	-
«Запрос результата измерения Sa»	53h, 61h	ASCII-код символа "S,a"	Sa	-	-	-
«Запрос результата измерения Sb»	53h, 62h	ASCII-код символа "S,b"	Sb	-	-	-
«Запрос результата измерения Sc»	53h, 63h	ASCII-код символа "S,c"	Sc	-	-	-
«Запрос среднего значения линейного напряжения Улср»	55h, FFh	ASCII-код символа "U,_"	Улср	Улср	Улср	Улср
«Запрос результата измерения Ua»	55h, 61h	ASCII-код символа "U,a"	Ua	Uab	Ua	Uab
«Запрос результата измерения Ub»	55h, 62h	ASCII-код символа "U,b"	Ub	-	Ub	-

Продолжение таблицы Г.19

Наименование функции	Код функции	Примечание	Возвращаемые значения			
			СН3020/1-4	СН3020/1-3	СН3020/2-4	СН3020/2-3
«Запрос результата измерения Uc»	55h, 63h	ASCII-код символа "U,c"	Uc	Ucb	Uc	Ucb
«Запрос результата измерения Uab»	55h, 41h	ASCII-код символа "U,A".	Uab	-	Uab	-
«Запрос результата измерения Ubc»	55h, 42h	ASCII-код символа "U,B".	Ubc	-	Ubc	-
«Запрос результата измерения Uac»	55h, 43h	ASCII-код символа "U,C"	Uac	-	Uac	-
«Запрос среднего значения тока Isr»	49h, 5Fh	ASCII-код символа "I,_"	I	I	-	-
«Запрос результата измерения Ia»	49h, 61h	ASCII-код символа "I,a"	Ia	Ia	-	-
«Запрос результата измерения Ib»	49h, 62h	ASCII-код символа "I,b"	Ib	-	-	-
«Запрос результата измерения Ic»	49h, 63h	ASCII-код символа "I,c"	Ic	Ic	-	-
«Запрос результата измерения F»	46h	ASCII-код символа "F"	F	F	F	F
«Запрос коэффициента мощности Kp»	4Bh, 5Fh	ASCII-код символа "K,_"	Kp	Kp	-	-
Широковещательная команда «Сохранить результат измерения» (срез)	77h	ASCII-код символа "w"				
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) P»	70h, 5Fh	ASCII-код символа "p,_"	P	P	-	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Pa»	70h, 61h	ASCII-код символа "p, a"	Pa	-	-	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Pb»	70h, 62h	ASCII-код символа "p, b"	Pb	-	-	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Pc»	70h, 63h	ASCII-код символа "p, c"	Pc	-	-	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Q»	71h, 5Fh	ASCII-код символа "q,_"	Q	Q	-	-

Продолжение таблицы Г.19

Наименование функции	Код функции	Примечание	Возвращаемые значения			
			CH3020/1-4	CH3020/1-3	CH3020/2-4	CH3020/2-3
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Qa»	71h, 61h	ASCII-код символа "q, a"	Qa	-	-	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Qb»	71h, 62h	ASCII-код символа "q, b"	Qb	-	-	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Qc»	71h, 63h	ASCII-код символа "q, c".	Qc	-	-	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) S»	73h, 5Fh	ASCII-код символа "s,_"	S	S	-	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Sa»	73h, 61h	ASCII-код символа "s,a"	Sa	-	-	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Sb»	73h, 62h	ASCII-код символа "s,b"	Sb	-	-	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Sc»	73h, 63h	ASCII-код символа "s,c"	Sc	-	-	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) U»	75h, 61h	ASCII-код символа "u, a"	Ua	Uab	Ua	Uab
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Ub»	75h, 62h	ASCII-код символа "u, b"	Ub	-	Ub	-
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Uc»	75h, 63h	ASCII-код символа "u, c"	Uc	Ucb	Uc	
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Uab»	75h, 41h	ASCII-код символа "u,A"	Uab	-	Uab	
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Ubc»	75h, 42h	ASCII-код символа "u,B"	Ubc	-	Ubc	
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Uac»	75h, 43h	ASCII-код символа "u,C"	Uac	-	Uac	

Окончание таблицы Г.19

Наименование функции	Код функции	Примечание	Возвращаемые значения			
			СН3020/1-4	СН3020/1-3	СН3020/2-4	СН3020/2-3
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Ia»	69h, 61h	ASCII-код символа "i, a"	Ia	Ia	-	
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Ib»	69h, 62h	ASCII-код символа "i, b"	Ib	-	-	
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) Ic»	69h, 63h	ASCII-код символа "i, c"	Ic	Ic	-	
«Запрос сохраненного результата измерения (среза) F»	66h	ASCII-код символа "f"	F	F	F	
«Чтение коэффициента трансформации Кн»	91h		Кн	Кн	Кн	
«Чтение коэффициента трансформации Кт»	92h		Кт	Кт	-	
«Чтение пользовательских данных»	9Eh		+	+	+	

При эксплуатации в составе телемеханического комплекса преобразователь СН3020 работает в режиме запрос/ответ. Используются основные рабочие функции «Запрос результатов измерения».

При получении кадра с кодом функции «Запрос результата измерения» преобразователь СН3020 начинает формировать 10-ти байтовый ответ серверу сразу после завершения формирования сервером последнего байта в кадре запроса. Формат кадра ответа преобразователя СН3020 на запрос сервера приводится в таблице Г.20.

Таблица Г.20

Номер байта	Значение	Комментарий
1	10h	Старт-байт
2	Address	Собственный адрес преобразователя СН3020
3	Function	Повторяет код функции запроса
4	Flags.Low	Младший байт слова состояния преобразователя СН3020
5	Flags.High	Старший байт слова состояния преобразователя СН3020
6	Mant.Low	Младший байт мантиссы результата измерения
7	Mant.High	Старший байт мантиссы результата измерения
8	EXP	Экспонента мантиссы результата измерения
9	CRC	Контрольная сумма байтов 2,3 ... 8 по модулю 256
10	16h	Стоп-кадр

Слово состояния, возвращаемое серверу в полях Flags.Low и Flags.High, имеет битовый характер и изменяется во внутреннем цикле самодиагностики преобразователя СН3020. Его формат представлен в таблице Г.21:

Таблица Г.21

РазрядыFlags	Утверждение, истинность которого идентифицируется единичным состоянием соответствующего разряда Flags
0	Перегрузка по току, канал Ia
1	Перегрузка по току, канал Ib
2	Перегрузка по току, канал Ic
3	Перегрузка по напряжению, канал Ua
4	Перегрузка по напряжению, канал Ub
5	Перегрузка по напряжению, канал Uc
6	Сбой источника опорного напряжения Uref
7	Переполнение по частоте F
8	Сбой программы
9	Сбой синхронизации АЦП
10	Сбой EEPROM
11	Сбой генератора
12	-
13	-
14	-
15	Данные результата измерений не достоверны

Результат измерения, возвращаемый серверу в полях Mant.Low, Mant.High и EXP определяется соотношением (Г.1) и выражен в основных единицах измерения – вольтгах, амперах, ваттах, варах или герцах. Абсолютное значение мантиссы находится в интервале от 16384 до 32768, то есть мантисса результата измерения вы-

ровнена по старшему незнаковому разряду знакового 16-ти разрядного числа. При этом относительная погрешность представления числа результата измерения не превышает $\pm 0.003\%$.

После ответа на запрос сервера преобразователя СН3020 вновь настраиваются на приём нового кадра.

Для функции чтения коэффициента трансформации его текущее значение возвращается в кадре ответа преобразователя СН3020 в формате (Г.1). Преобразователь СН3020 формирует ответ так же, как и при запросе результата измерения.

Для функции «Чтение пользовательских данных» адрес читаемой ячейки (от 0 до 31) передаётся в поле Mant.Low кадра сервера, а её содержимое возвращается в поле Mant.Low кадра ответа преобразователя СН3020. В поле Mant.High возвращается тип преобразователя СН3020, в данном случае – ASCII-код символа «М» (4Dh). В поле EXP – в старшей тетраде модификация преобразователя СН3020 (10h – СН3020/1-4, 20h – СН3020/1-3, 30h – СН3020/2-4, 40h – СН3020/2-3), в младшей тетраде – версия программы преобразователя СН3020. Преобразователь СН3020 формирует ответ так же, как и при запросе результата измерения.

Широковещательная команда «Сохранить результат измерения» (срез) с адресом равным 250, заставляет все приборы, получившие эту команду, сохранить текущие измеренные значения.

В поле Mant.Low передается идентификатор. Поле EXP игнорируется. Кадр ответа не предусмотрен.

Для функции «Запрос сохраненного результата измерения (среза)» результат измерения, возвращаемый серверу в полях Mant.Low, Mant.High и EXP определяется соотношением (1) и выражен в основных единицах измерения. В поле Flags.Low возвращается идентификатор переданный широковещательной командой «Сохранить результат измерения».

ГЕНЕРАЦИЯ LRC/CRC

Генерация LRC

Longitudinal Redundancy Check(LRC) это один байт. LRC вычисляется передающим устройством и добавляется к концу сообщения. Принимающее устройство также вычисляет LRC в процессе приема и сравнивает вычисленную величину с по-

лем контрольной суммы пришедшего сообщения. Если суммы не совпали - то имеет место ошибка.

LRC вычисляется сложением последовательности байтов сообщения, отбрасывая все переносы, и затем двойным дополнением результата. LRC - это 8-ми битовое поле, где каждое новое прибавление символа, приводящее к результату более чем 255, приводит к простому перескакиванию через 0. Так как это поле не является 9-ти битовым, перенос отбрасывается автоматически.

Алгоритм генерации LRC

1. Сложить все байты сообщения, исключая стартовый символ ':' и конечные CR-LF, складывая их так, чтобы перенос отбрасывался (по модулю 256).
2. Отнять получившееся значение от числа FF (Hex) - это является первым дополнением.
3. Прибавить к получившемуся значению 1 - это второе дополнение.

Размещение LRC в сообщении

Когда 8-ми битовое поле LRC (два ASCII символа) передается в сообщении, то старший символ будет передан первым, а за ним - младший. Например, если значение LRC равно 61 hex (0110 0001):

..	Адрес	Функция	Сч-к байт	Байт	Байт	Байт	Байт	LRC Ст. Симв.	LRC Мл. Симв.	CR	LF
								6	1		

Пример функции на языке C, реализующей генерацию LRC приведен ниже.

Функция принимает два аргумента:

unsigned char *auchMsg; Указатель на буфер данных

unsigned short usDataLen; Количество байт в буфере

Функция возвращает LRC как тип unsigned char.

ПРИМЕР:

```
static unsigned char LRC(auchMsg, usDataLen)
```

```
unsigned char *auchMsg; /* Сообщение над которым */
```

```

        /* вычисляется LRC */
unsigned char usDataLen; /* Количество байт в сообщении */
{
unsigned char uchLRC=0; /* Инициализация LRC */
while(usDataLen)
uchLRC+=*auchMsg++;
return((unsigned char)-((char uchLRC)));
}

```

Генерация CRC

CRC это 16-ти разрядная величина, т.е. два байта. CRC вычисляется передающим устройством и добавляется к сообщению. Принимающее устройство также вычисляет CRC в процессе приема и сравнивает вычисленную величину с полем CRC принятого сообщения. Если суммы не совпали - то имеет место ошибка.

16-ти битовый регистр CRC предварительно загружается числом FF hex. Процесс начинается с добавления байтов сообщения к текущему содержимому регистра. Для генерации CRC используются только 8 бит данных. Старт и стоп биты, бит паритета, если он используется, не учитываются в CRC.

В процессе генерации CRC каждый 8-ми битовый символ складывается по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ с содержимым регистра. Результата сдвигается в направлении младшего бита, с заполнением старшего бита нулем. Младший бит извлекается и проверяется. Если младший бит равен 1, то содержимое регистра складывается с определенной ранее, фиксированной величиной, по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ. Если младший бит равен 0, то ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ не делается.

Этот процесс повторяется, пока не будет сделано 8 сдвигов. После последнего (восьмого) сдвига, следующий байт складывается с содержимым регистра и процесс повторяется снова. Финальное содержание регистра, после обработки всех байтов сообщения и есть контрольная сумма CRC.

Алгоритм генерации CRC:

1 16-ти битовый регистр загружается числом FF hex (все 1), и используется далее как регистр CRC.

2 Первый байт сообщения складывается по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ с содержимым регистра CRC. Результат помещается в регистр CRC.

3 Регистр CRC сдвигается вправо (в направлении младшего бита) на 1 бит, старший бит заполняется 0.

4 (Если младший бит 0): Повторяется шаг 3 (сдвиг).

5 (Если младший бит 1): Делается операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ регистра CRC и полиномиального числа 4002 hex.

6 Шаги 3 и 4 повторяются восемь раз.

7 Повторяются шаги со 2 по 5 для следующего сообщения. Это повторяется до тех пор пока все байты сообщения не будут обработаны.

8 Финальное содержание регистра CRC и есть контрольная сумма.

Размещение CRC в сообщении

При передаче 16 бит контрольной суммы CRC в сообщении, сначала передается младший байт, затем старший. Например, если CRC равна 1241 hex:

Адрес	Функция	Счетчик байт	Данные	Данные	Данные	Данные	CRC мл. байт	CRC ст. байт
							41	12

ПРИМЕР

Пример функции на языке C реализующей генерацию CRC приведен ниже. Все возможные величины CRC загружены в два массива. Один массив содержит все 256 возможных комбинаций CRC для старшего байта поля CRC, другой массив содержит данные для младшего байта. Индексация CRC в этом случае обеспечивает быстрое выполнение вычислений новой величины CRC для каждого нового байта из буфера сообщения.

Функция принимает два аргумента:

```
unsigned char *puchMsg; /* Указатель на буфер */
```

```
unsigned short usDataLen; /* Количество байтов в буфере */
```

Функция возвращает CRC как тип unsigned short

```
__flash unsigned char auchCRCHI[256] = {
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1,
0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80,
0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1,
0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
0x40,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1,
0x81,
0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0,
0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80,
0x41,
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1,
0x81,
0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
0xC0,
0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
0x01,
0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80,
0x41,
0x41,
```

```
0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1,  
0x81,  
0x40  
};
```

```
__flash unsigned char auchCRCLo[256] = {  
0x00, 0xc0, 0xc1, 0x01, 0xc3, 0x03, 0x02, 0xc2, 0xc6, 0x06, 0x07, 0xc7, 0x05, 0xc5, 0xc4,  
0x04, 0xcc, 0x0c, 0x0d, 0xcd, 0x0f, 0xcf, 0xce, 0x0e, 0x0a, 0xca, 0xcb, 0x0b, 0xc9, 0x09,  
0x08, 0xc8, 0xd8, 0x18, 0x19, 0xd9, 0x1b, 0xdb, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F,  
0xDD,  
0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13,  
0xD3,  
0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6,  
0xF7,  
0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA,  
0x3A,  
0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA,  
0xEE,  
0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6,  
0x26,  
0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3,  
0xA2,  
0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF,  
0x6F,  
0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79,  
0xBB,  
0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75,  
0xB5,  
0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0, 0x50, 0x90,  
0x91,  
0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C,  
0x5C,
```

```

0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98,
0x88,
0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C,
0x8C,
0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81,
0x80,
0x40
};

```

```

unsigned int ModBusCRC(unsigned char *ByteData, unsigned char NumBytes)
{
    unsigned int i, j;
    unsigned char CRC16Hi, CRC16Lo;

    CRC16Hi = 0xFF;
    CRC16Lo = 0xFF;
    j = 0;

    while (NumBytes--)
    {
        i = CRC16Hi ^ (*ByteData++);
        j++;

        CRC16Hi = CRC16Lo ^ auchCRCHi[i];
        CRC16Lo = auchCRCLo[i];
    }
    return ((CRC16Lo << 8) | CRC16Hi);
}

```

```

unsigned char CheckModBus(unsigned char *InBuffAddr, unsigned int LenOutBuff)
{

```

```

unsigned int i, j;

if (LenOutBuff <4) return 0;

j = LenOutBuff -2;
i = ModBusCRC(InBuffAddr, j);

InBuffAddr +=j;
j = *InBuffAddr++;
j += *InBuffAddr++ <<8;
if (i !=j)
    return 0;

return 1;
}

```

```

unsigned int FormatModBus(unsigned char *InBuffAddr, unsigned char *OutBuffAddr, un-
signed int LenInBuff)
{
unsigned int i, j;
unsigned char c;

c = 2;

j = ModBusCRC(InBuffAddr, LenInBuff);

i = LenInBuff;
while (i--)
    *OutBuffAddr++ = *InBuffAddr++;
*OutBuffAddr++ = j;
*OutBuffAddr++ = j >>8;
return ( LenInBuff +c );
}

```

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ «METROLOG3020»

Программа «METROLOG3020.EXE»- (далее программа Метрология) предназначена для считывания и сохранения в файл результатов измерений преобразователя СН3020, позволяет производить калибровку, изменять коэффициенты трансформации и пользовательские данные. Программа Метрология запускается выполнением файла “Metrolog3020.exe”.

Работа с программой

Программа Метрология работает с преобразователем СН3020, подключенным к СОМ-порту компьютера на фиксированной скорости. Преобразователь СН3020 ожидает первую команду от программы Метрология на этой скорости в течение трех секунд после подачи питания. Для запуска периодического чтения измерений необходимо в панели инструментов выбрать СОМ-порт подключения, нажать кнопку «Старт» и подать питание на преобразователь СН3020. При первом успешном считывании значения измерений отобразятся в соответствующих полях. В строке состояния в нижней части окна отображается информация о текущей операции и ошибках подключения и обмена программы с преобразователем СН3020.

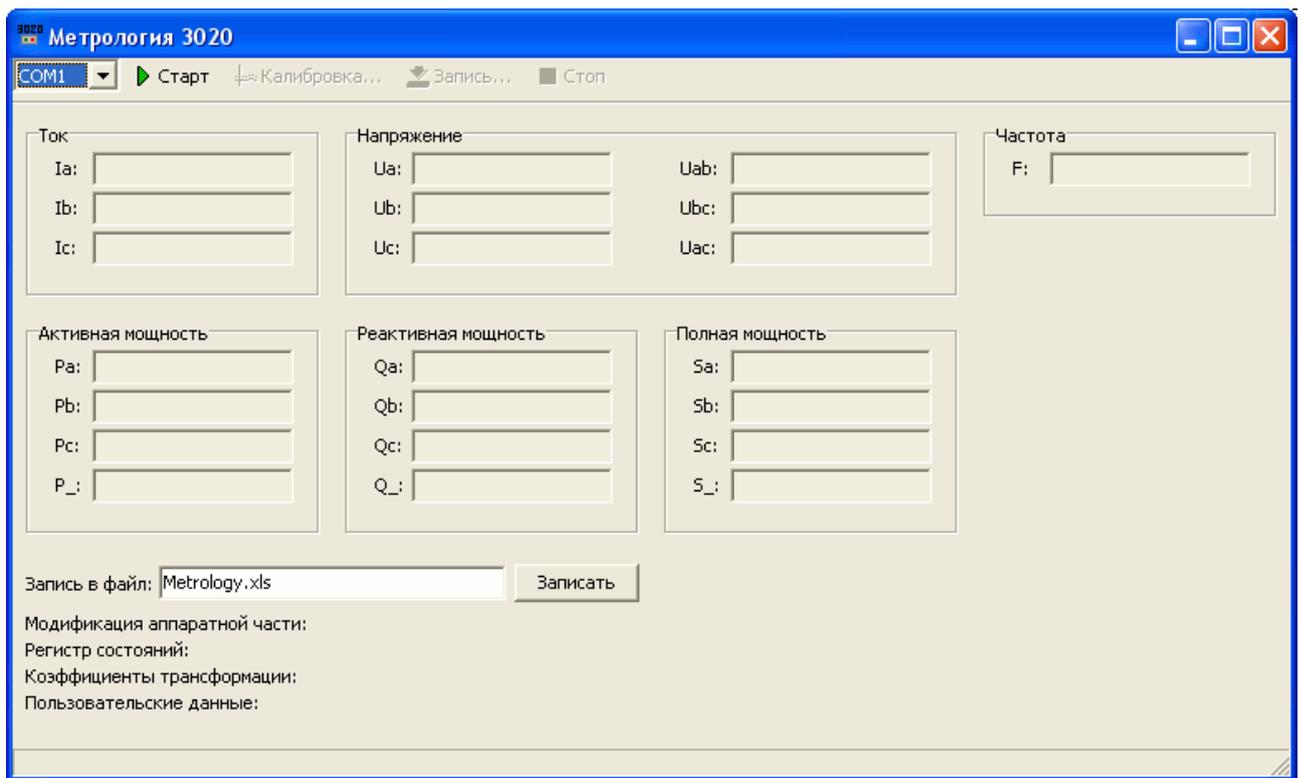


Рисунок Д.1 – Окно программы Метрология

Для записи отображаемых измерений в указанный файл необходимо нажать кнопку «Записать». Если указанный файл уже существует, то записываемые измерения добавляются в конец файла отдельной строкой.

Калибровка

Для калибровки канала преобразователя СН3020 необходимо нажать кнопку «Калибровка...», в появившемся окне диалога выбрать канал измерения, подать эталонный сигнал на этот канал преобразователя СН3020, ввести величину этого сигнала в поле *Эталон*, нажать кнопку «Калибровать».

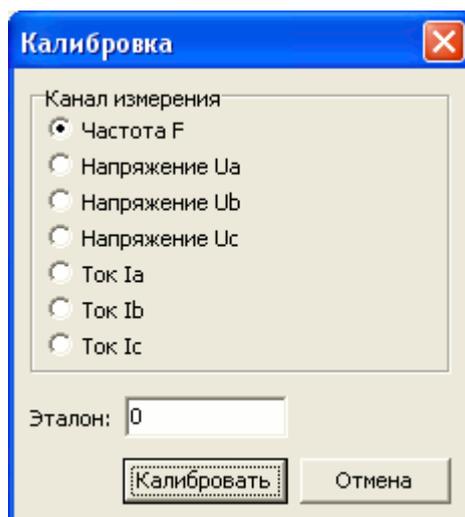


Рисунок Д.2 – Диалог калибровки

Запись

При нажатии кнопки «Запись» появится окно

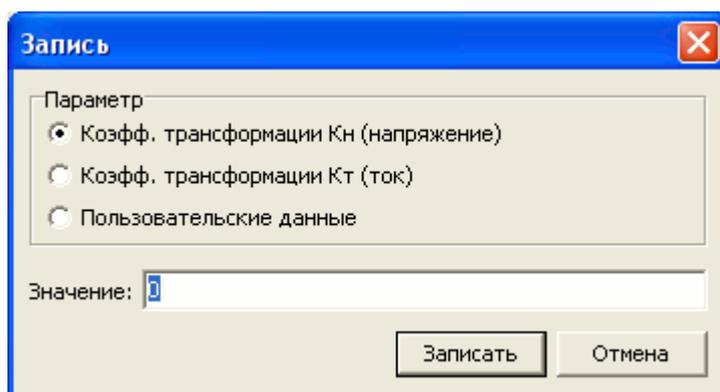


Рисунок Д.3 – Диалог записи

Для изменения пользовательских данных, коэффициента трансформации напряжения или тока необходимо выбрать соответствующий параметр из списка, задать новое значение в текстовое поле *Значение* и нажать кнопку «Записать».