

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

[www.enserv.nt-rt.ru](http://www.enserv.nt-rt.ru) || [epn@nt-rt.ru](mailto:epn@nt-rt.ru)

## Руководство по эксплуатации на устройства сопряжения с шиной процесса ENMU

# Оглавление

<b>Введение</b>	<b>4</b>
<b>Обозначения и сокращения</b>	<b>5</b>
<b>1 Основные сведения</b>	<b>6</b>
1.1 Внешний вид и конструкция	6
1.2 Назначение	10
1.3 Условные обозначения	10
<b>2 Функциональные возможности</b>	<b>12</b>
2.1 Выдача потока МЭК 61850-9-2	12
2.2 Передача данных по МЭК 61850-8-1, МЭК-60870-104	12
2.3 Синхронизированные векторные измерения	13
2.4 Синхронизация времени	14
2.5 Ввод/вывод дискретных сигналов	15
2.6 Запись архивов	15
2.7 Опрос внешних устройств	16
<b>3 Технические характеристики</b>	<b>17</b>
3.1 Измерительные входы	17
3.2 Метрологические характеристики	18
3.3 Дискретные сигналы	23
3.4 Рабочие условия	24
3.5 Цифровые интерфейсы	25
3.6 Питание	26
3.7 Диагностика	27
3.8 Показатели надежности	28
3.9 ЭМС и изоляция	28
<b>4 Использование по назначению</b>	<b>32</b>
4.1 Указания по эксплуатации	32
4.2 Эксплуатационные ограничения	32
4.3 Подготовка к монтажу	32
4.4 Общие указания по монтажу	32
4.5 Обозначения клемм и разъемов	34
<b>5 Настройка устройства</b>	<b>36</b>
5.1 Обновление ПО	36
5.2 Конфигурирование	37
5.3 Параметры по умолчанию	39
<b>6 Упаковка и комплектация</b>	<b>40</b>
<b>7 Техническое обслуживание</b>	<b>41</b>

7.1	Общие указания .....	41
7.2	Меры безопасности .....	41
7.3	Порядок технического обслуживания.....	41
7.4	Транспортировка .....	42
7.5	Хранение .....	42
<b>8</b>	<b>Гарантии изготовителя .....</b>	<b>43</b>
	<b>Приложение А. Схема подключения .....</b>	<b>44</b>

## Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) устройства сопряжения с шиной процесса ENMU (далее – ENMU) предназначено для ознакомления потребителя с техническими характеристиками, функциями и обеспечения сведениями, необходимыми для правильной эксплуатации ENMU. РЭ содержит технические данные, описание работы, указания по установке и использованию, техническому обслуживанию, упаковке, транспортированию и хранению, а также схемы подключения ENMU к измерительным цепям, цепям питания, цепям дискретных сигналов и цифровым интерфейсам.

До начала работы с ENMU необходимо ознакомиться с настоящим РЭ.

Прочитайте эту инструкцию полностью прежде, чем использовать ENMU.

### Целевая группа

Настоящее РЭ предназначено для персонала, осуществляющего проектирование, установку, наладку и эксплуатацию устройств.

### Сфера действия документа

РЭ распространяет действие на устройства ENMU выпуска с 2018 года.



**Примечание:** Используйте ENMU только по назначению, как указано в настоящем Руководстве. Установка и обслуживание ENMU осуществляется только квалифицированным и обученным персоналом.

ENMU должен быть сохранен от ударов.

Подключайте ENMU только к источнику питания с напряжением, соответствующим указанному на маркировке.



**Внимание!** Программное обеспечение постоянно совершенствуется и дополняется новыми функциональными настройками ENMU. Производитель оставляет за собой право вносить изменения и улучшения в ПО без уведомления потребителей.

## Обозначения и сокращения

В настоящем руководстве по эксплуатации применяются следующие обозначения и сокращения:

- PRP (Parallel Redundancy Protocol, IEC 62439-3 Clause 4) – протокол резервирования сети Ethernet;
- PTPv2 (Precision Time Protocol Version 2, IEEE 1588-2008) – протокол точного времени;
- SV (Sampled values, IEC 61850-9-2) – выборки мгновенных значений;
- АПС – аварийно-предупредительная сигнализация;
- ЗТТ – трансформатор тока для защиты;
- ИТН – трансформатор напряжения для измерений и учета;
- ИТТ – трансформатор тока для измерений и учета;
- ТС – телесигнализация.

# 1 Основные сведения

## 1.1 Внешний вид и конструкция

Конструктивно ENMU выполнены в металлическом корпусе, предназначенном для настенного монтажа.



Рисунок 1.1. Общий вид ENMU-X/100-16/8-FX2E1-FX2E1A2C1.

На левую панель ENMU выведены клеммы для подключения цепей тока (обмоток ТТ для измерения и защиты) и измерительных цепей напряжения (обмоток ТН). На правой расположены разъем для карты памяти, порт USB, интерфейсы Ethernet, RS-485, CAN, выходы АПС, клеммы питания, винт для заземления. На верхней и нижней панели располагаются дискретные входы/выходы.

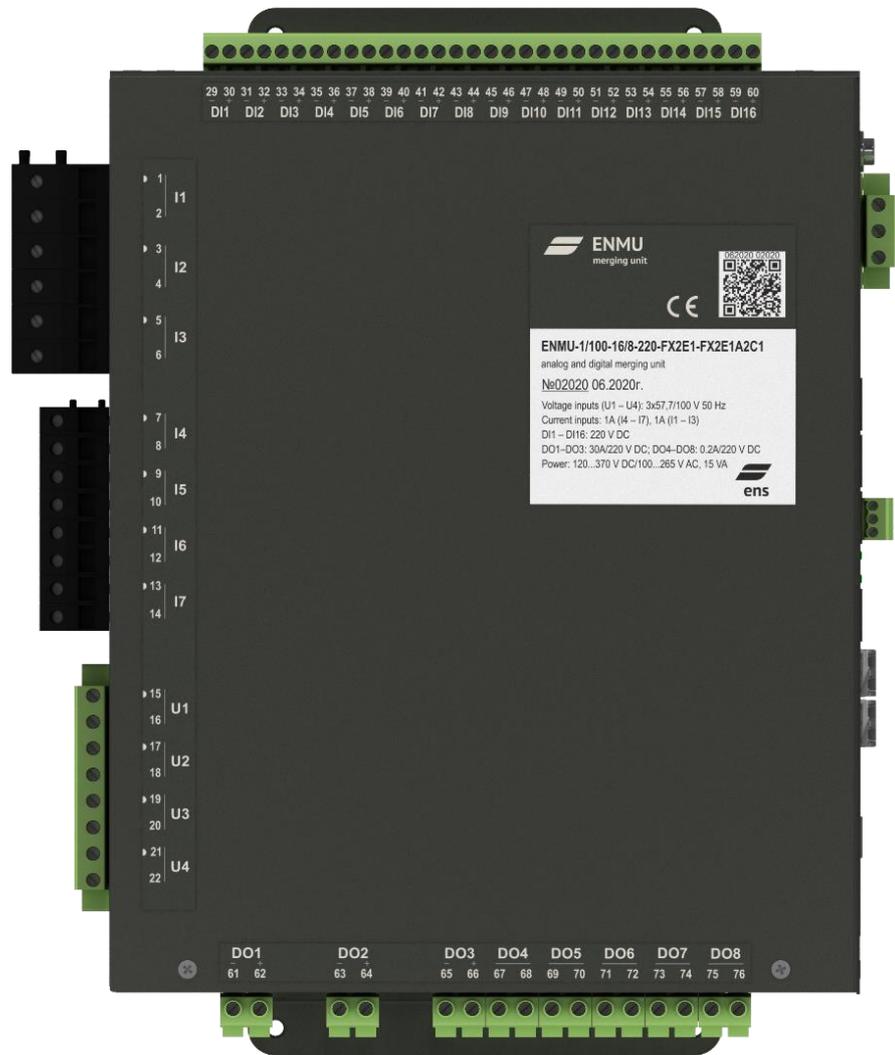


Рисунок 1.2. Вид спереди ENMU-X/100-16/8-FX2E1-FX2E1A2C1.

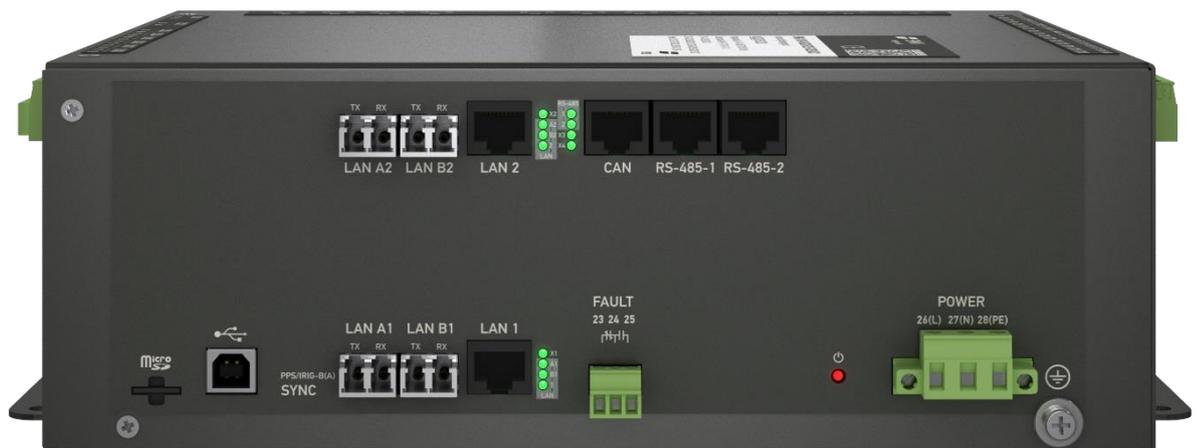


Рисунок 1.3. Вид со стороны интерфейсов ENMU-X/100-16/8-FX2E1-FX2E1A2C1.

Габаритные и монтажные размеры приведены на рис. 1.4 и 1.5.

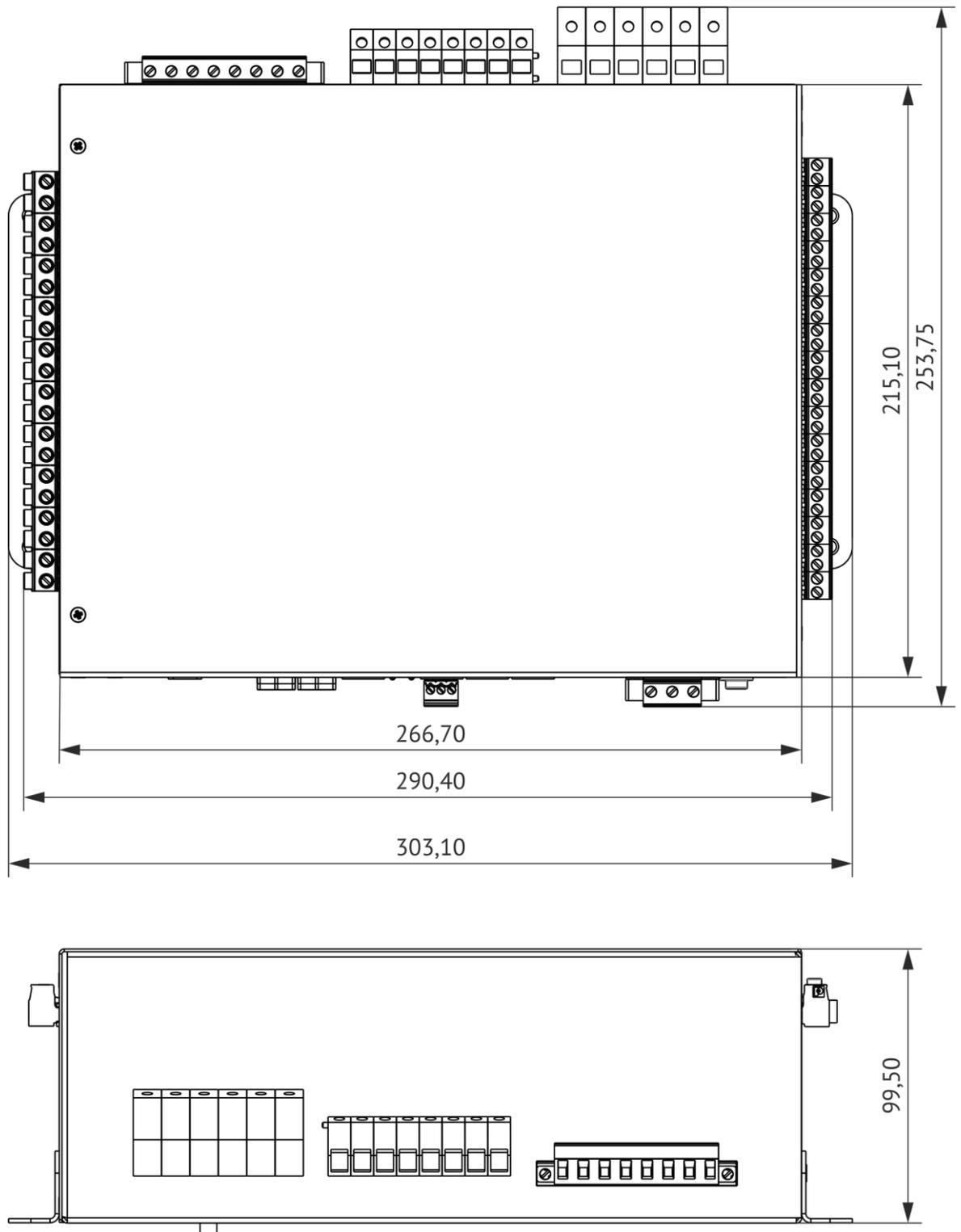


Рисунок 1.4. Габаритные размеры.

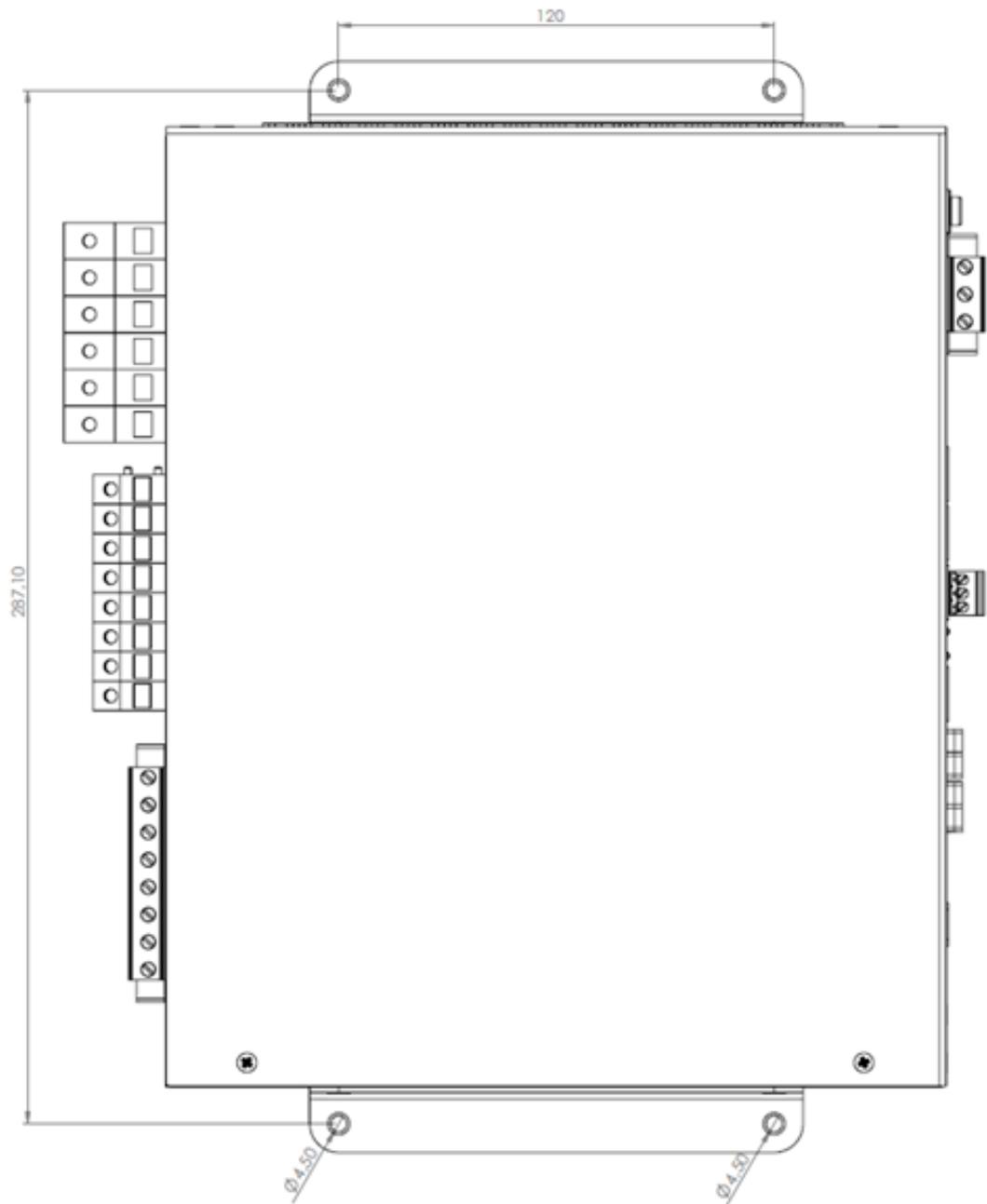


Рисунок 1.5. Монтажные размеры

Назначение светодиодов:

Светодиод	Описание
LAN A1	Наличие связи Ethernet порта Lan A1
LAN B1	Наличие связи Ethernet порта Lan B1
LAN 1	Наличие связи Ethernet порта Lan 1
LAN A2	Наличие связи Ethernet порта Lan A2
LAN B2	Наличие связи Ethernet порта Lan B2
LAN 2	Наличие связи Ethernet порта Lan 2
RS-485 1	Обмен данными по последовательному порту 1
RS-485 2	Обмен данными по последовательному порту 2
X1	Работа загрузчика прошивки

## 1.2 Назначение

ENMU согласно стандарту IEC 61869-13 является устройством сопряжения SAMU (Stand-Alone Merging Unit). Устройство сопряжения с шиной процесса ENMU осуществляет аналогово-цифровое преобразование входных сигналов от электромагнитных измерительных трансформаторов тока и напряжения, и передачу выборок значений (Sampled Values) по сети Ethernet в соответствии с IEC 61869-9.

ENMU подключается к «шине процесса» (Process Bus) с помощью цифровых интерфейсов и публикует потоки SV. На прием SV подписываются устройства, подключенные к «шине процесса» (например, цифровые терминалы релейной защиты, цифровые счетчики электроэнергии, системы контроля качества электроэнергии, устройства синхронных векторных измерений). ENMU обеспечивает передачу до четырех потоков SV. Состав сигналов в каждом потоке настраивается пользователем.

ENMU одновременно с публикацией SV обеспечивает передачу данных согласно IEEE C37.118.2, то есть является одновременно и устройством синхронизированных векторных измерений (УСВИ, PMU).

Опционально устройство ENMU через плату дополнительных интерфейсов позволяет осуществлять ввод/вывод дискретных сигналов, опрос внешних устройств, передачу дискретных и аналоговых данных по протоколам МЭК 61850-8-1 (MMS, GOOSE), МЭК 60870-5-101/104, Modbus RTU/TCP.

## 1.3 Условные обозначения

### Номинальные значения:

1/100 – 1 А / 57,7(100) В  
5/100 – 5 А / 57,7(100) В

### Основные интерфейсы:

E3 – 3 × 100Base-TX  
FX2E1 – 2 × 100Base-FX LC/MM, 1 × 100Base-TX

ENMU-□-□-220-□-□

### Дискретные входы и выходы:

16/8 – 16 входов, 8 выходов  
16/10 – 16 входов, 10 выходов  
(только с дополнительными интерфейсами E3A2C1)  
не указано – отсутствуют

### Дополнительные интерфейсы:

E3A2C1 – 3 × 100Base-TX, 2 × RS-485, 1 × CAN  
FX2E1A2C1 – 2 × 100Base-FX LC/MM, 1 × 100Base-TX, 2 × RS-485, 1 × CAN  
не указано – отсутствуют

Пример записи обозначения устройства ENMU:

- с номинальным входным током 5 А, номинальным входным напряжением 57,7(100) В, напряжением питания 100...265 В~, 45...55 Гц или 120...370 В=, с 16 дискретными входами, 10 дискретными выходами, двумя портами Ethernet 100Base-FX для передачи потоков SV, двумя портами Ethernet 100Base-FX для

передачи GOOSE и MMS, двумя портами Ethernet 100Base-TX и двумя портами RS-485 для настройки и опроса. При его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

**«Устройство сопряжения с шиной процесса:  
ENMU-5/100-16/10-220-FX2E1-FX2E1A2C1 ТУ 4221-001-53329198-16»**

## 2 Функциональные возможности

### 2.1 Выдача потока МЭК 61850-9-2

ENMU обеспечивает формирование потоков согласно IEC 61850-9-2 SV80 (80 выборок за период промышленной частоты, что соответствует частоте дискретизации 4000 Гц), а также SV256 (частота дискретизации 12800 Гц).

ENMU обеспечивает вывод до четырех потоков SV (SV80 x 2, SV256 x 2), состав сигналов в которых настраивается пользователем. Доступны напряжение, ток с ИТТ, ток с ЗТТ. Для каждого типа параметра настраивается разрешение (по умолчанию 0,001 для тока и 0,01 для напряжения) и коэффициенты трансформации. В потоке в качестве тока нулевой последовательности может передаваться измеренное или расчетное значение.

ENMU в зависимости от модификации обеспечивает передачу SV по цифровым интерфейсам Ethernet 100Base-FX (разъемы типа LC, многомодовое волокно 62,5/125 и 50/125 мкм, длина волны – 1300 нм) или 100Base-TX – интерфейсы LAN A1, LAN B1. ENMU обеспечивает поддержку протокола резервирования PRP в соответствии IEC 62439-3.

### 2.2 Передача данных по МЭК 61850-8-1, МЭК-60870-104

ENMU через дополнительные интерфейсы LAN A2, LAN B2 обеспечивает:

- публикацию GOOSE сообщений о состояниях встроенных дискретных входов и выходов, результаты логических выражений, диагностические сигналы, измерения.
- подписку на GOOSE сообщения, содержащие следующие типы данных: Boolean, Quality, Timestamp, SPS, DPC, INT32, Float.
- MMS сервер. В этом режиме ENMU поддерживает:
  - настраиваемые логические устройства (LD);
  - настраиваемые логические узлы (LN, табл. 2.1);
  - настраиваемые наборы данных (Dataset);
  - функции управления;
  - небуферизируемые отчеты.

Привязка измерений к узлам модели МЭК 61850 осуществляется с помощью ПО «Конфигуратор ЭНКС». Перечень доступных измерений представлен в табл. 2.2.

Поддерживаемые логические узлы:

Таблица 2.1

Логический узел	Описание
LLNO	Логический узел 0
LPHD	Параметры физического устройства
CILO	Блокировка управления коммутационным аппаратом
CSWI	Управление выключателем
GGIO	Общий ввод/вывод данных
MMTR	Энергия трехфазной сети
MMXN	Параметры однофазной сети
MMXU	Параметры трехфазной сети
MSQI	Последовательности и небаланс
PTOC	Максимальная токовая защита
PTRC	Условия для отключения при срабатывании защит
RBRF	Отказ выключателя
TCTR	Трансформатор тока
TVTR	Трансформатор напряжения
XCBR	Выключатель (КА с возможностью отключения токов КЗ)
XSWI	Коммутатор (КА без возможности отключения токов КЗ)

- Передачу данных по протоколу МЭК-60870-104 измерений, состояний дискретных сигналов, обеспечивает прием команд телеуправления. Для дискретных сигналов доступен архив ТС глубиной 1000 событий. Архив передается автоматически при подключении к устройству, а также доступен для чтения с помощью ПО «ЭНКС Конфигуратор».

Для интерфейсов LAN A2, LAN B2 доступно резервирование PRP или RSTP.

## 2.3 Синхронизированные векторные измерения

ENMU поддерживает передачу данных в соответствии со стандартом C37.118.

Частота передачи результатов измерений до 100 значений в секунду. Метка времени присваивается каждому измерению.

Перечень доступных параметров представлен в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Параметр	Обозначение	Phasor	RMS
Действующее значение фазного напряжения	$U_A, U_B, U_C$	+	+
Действующее значение фазного тока (измерительная обмотка)	$I_A, I_B, I_C$	+	+
Действующее значение фазного тока	$I_{Ap}, I_{Bp}, I_{Cp}$	+	+

Параметр	Обозначение	Phasor	RMS
(защитная обмотка)			
Активная мощность фазы нагрузки	$P_A, P_B, P_C$	-	+
Реактивная мощность фазы нагрузки	$Q_A, Q_B, Q_C$	-	+
Основная частота	$F$	-	+
Скорость изменения основной частоты	$dF$	-	+
Напряжение нулевой последовательности	$U_0$	+	+
Ток нулевой последовательности (измерительная обмотка)	$I_0$	+	+
Ток нулевой последовательности (защитная обмотка)	$I_{0p}$	+	+
Активная мощность нулевой последовательности	$P_0$	-	+
Реактивная мощность нулевой последовательности	$Q_0$	-	+

Примечания:

1. Phasor – значения, вычисляемые по основной гармонике и передающиеся в векторном виде (амплитуда + угол);
2. RMS – значения, вычисляемые по всем гармоникам и передающиеся в аналоговом виде;
3. Знак «+» или «-» обозначает доступен или не доступен данный параметр в соответствующем виде.

## 2.4 Синхронизация времени

ENMU поддерживает следующие способы синхронизации времени:

- протокол PTPv2 через интерфейсы LAN A1/B1, в т.ч. Utility Profile в соответствии с МЭК 61850-9-3. Доступные настройки:

Параметр	Возможные значения
Type	Layer 2 (Ethernet)
Domain	0...127
Delay mechanism	Peer-to-peer, end-to-end
Operation mode	One step, two step
Unicast delay request	Вкл, откл
Delay request interval	0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 32 сек.
Announce interval	1, 2, 4, 8, 16 сек.
VLAN ID	0...4095

При использовании PTPv2 всё сетевое оборудование между часами и ENMU должно поддерживать этот протокол. Рекомендуемый режим – Transparent clock.

- (по специальному заказу) PPS 1 Гц или IRIG-B(A) по оптическому (разъемы типа ST, многомодовое волокно 50/125 мкм, длина волны – 820 нм) или последовательному (RS-485) интерфейсу SYNC;

При наличии внешней синхронизации отклонение времени внутренних часов от всемирного координированного времени UTC составляет не более  $\pm 1$  мкс.

При потере внешней синхронизации отклонение времени внутренних часов от всемирного координированного времени UTC не более  $\pm 1$  мкс обеспечивается в течение 10 с.

## 2.5 Ввод/вывод дискретных сигналов

ENMU в зависимости от модификации может иметь 16 встроенных дискретных входов и 10 или 8 дискретных выходов. Технические характеристики дискретных сигналов см. в п. 3.3.

В модификации ENMU с дополнительными интерфейсами количество дискретных сигналов может быть увеличено с помощью внешних устройств расширения (см. п. 2.7).

Управление дискретными выходами и передача состояний осуществляется по протоколам МЭК 60870-104 (одно- или двухпозиционное управление), МЭК 61850-8-1 (GOOSE, MMS), Modbus TCP через дополнительную группу интерфейсов (LAN A2, LAN B2).

## 2.6 Запись архивов

ENMU имеет встроенный flash накопитель объемом 8 Гб, на котором хранятся линейные и аварийные архивы, доступные для скачивания по протоколу FTP через один из выбранных интерфейсов: LAN A1, LAN B1, LAN 1.

В линейный архив записываются усредненные значения тока, напряжения, углов, мощностей и частоты с частотой 50 раз в секунду. Файл архива формируется циклически каждые 10 минут.

Для каждого вида архива при настройке назначается максимально допустимый объем памяти. При заполнении flash накопителя будут перезаписываться самые старые архивы.

Запись аварийного архива производится при срабатывании настраиваемой уставки по любому из параметров или по изменению дискретного сигнала (встроенный DI, подписчик GOOSE и т.п.). В файл записываются мгновенные значения токов и напряжений каждого аналогового входа:  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$ ,  $U_0$ ,  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$ ,  $I_0$ ,  $I_{ap}$ ,  $I_{bp}$ ,  $I_{cp}$  и состояния всех дискретных входов: DI1...DI16.

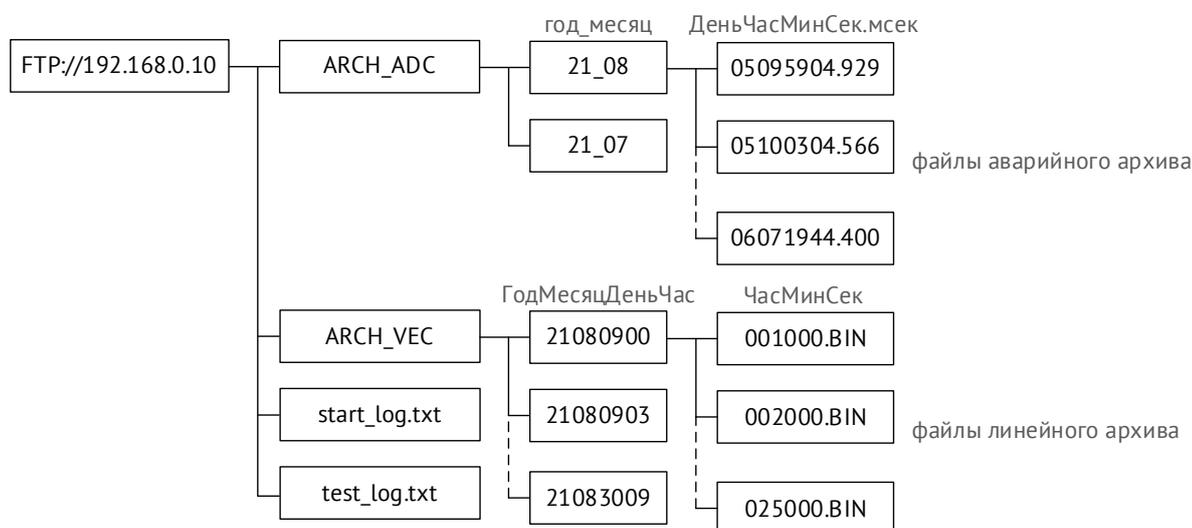
Доступна настройка продолжительности записи до и после аварии. Частота записи – 32/64/128/256 выборок за период промышленной частоты, максимальная продолжительность 255 секунд.

Примерный размер одного файла аварийного архива в зависимости от продолжительности записи:

Продолжительность, сек	Размер, кб			
	32 выборки	64 выборки	128 выборок	256 выборок
10	350	690	1380	2755
30	1040	2075	4135	8260
60	2080	4140	8265	16515
120	4755	8280	16525	33025
255	8825	17595	35140	70200

Файлы архивов хранятся в формате \*.BIN. Для преобразования в стандартные форматы CSV или COMTRADE используется ПО, поставляемое с прибором.

Структура директорий на FTP-сервере:



## 2.7 Опрос внешних устройств

ENMU через дополнительные интерфейсы RS-485 и Ethernet поддерживает опрос устройств, способных осуществлять информационный обмен по протоколам Modbus, МЭК 60870-101/103/104, МЭК 61850 (GOOSE), а также по собственным протоколам ряда устройств (СЭТ-4ТМ.03, Меркурий-23Х, СС-301, БЗП-01/02/03, АВВ Еmax/Тmax и др.). Максимально один ENMU может опросить 240 устройств.

Суммарно ENMU может обрабатывать следующее количество параметров:

- 8192 аналоговых сигнала,
- 4096 дискретных сигнала,
- 2048 команд телеуправления;
- 256 команд записи в регистр.

## 3 Технические характеристики

### 3.1 Измерительные входы

К входам напряжения подключаются вторичные измерительные обмотки трансформатора напряжения. Подключение осуществляется к клеммам, имеющим обозначение:  $U_1, U_2, U_3, U_4$ . Схема подключения приведена в приложении А.

Таблица 3.1

Параметр	Значение
Номинальное значение входного измеряемого фазного напряжения переменного тока ( $U_{ном}$ ), В	57,7
Количество входов напряжения	4
Диапазон измерения напряжения, % от $U_{ном}$	2...200
Частота дискретизации	4000/12800 Гц
Задержка времени от поступления сигнала на вход до выдачи SV	Не более 100 мкс

Полная мощность, потребляемая каждой последовательной цепью (цепи измерения тока) ENMU при номинальном значении силы тока и номинальном значении частоты, не более 0,1 В·А.

К входам тока подключаются измерительные и защитные вторичные обмотки трансформатора тока.

Подключение измерительной обмотки осуществляется к клеммам, расположенным посередине, имеющим обозначение:  $I_4, I_5, I_6, I_7$ . Схема подключения приведена в приложении А.

Таблица 3.2

Параметр	Обмотка измерений
Номинальное значение входного переменного тока ( $I_{ном}$ ), А	1 или 5
Количество входов тока	4
Диапазон измерения тока, % от $I_{ном}$	1...200
Частота дискретизации	4000/12800 Гц
Задержка времени от поступления сигнала на вход до выдачи SV	Не более 100 мкс

Подключение обмотки защиты осуществляется к клеммам, имеющим обозначение:  $I_1, I_2, I_3$ .

Таблица 3.3

Параметр	Обмотка защиты
Номинальное значение входного переменного тока ( $I_{ном}$ ), А	1 или 5
Количество входов тока	3
Диапазон измерения тока, % от $I_{ном}$	10...4000
Частота дискретизации	4000/12800 Гц
Задержка времени от поступления сигнала на вход до выдачи SV	Не более 100 мкс

Полная мощность, потребляемая каждой параллельной цепью (цепи измерения напряжения) ENMU при номинальном значении напряжения и номинальном значении частоты, не более  $0,1 \text{ В} \cdot \text{А}$ .

### 3.2 Метрологические характеристики

Таблица 3.4. Метрологические характеристики устройств ENMU

Наименование характеристики	Значение
Номинальные значения фазного (линейного) напряжения переменного тока $U_{ном}$ , В	57,7 (100)
Диапазон преобразований и измерений среднеквадратического значения фазного (линейного) напряжения переменного тока <sup>2)</sup> , В	от $0,02 \cdot U_{ном}$ до $2,0 \cdot U_{ном}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразований и измерений среднеквадратического значения фазного (линейного) напряжения переменного тока <sup>2)</sup> , %:	
- при $0,02 \cdot U_{ном} \leq U < 0,2 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,4$
- при $0,2 \cdot U_{ном} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразований угла фазового сдвига между входным и выходным фазными (линейными) напряжениями переменного тока, минут:	
- при $0,02 \cdot U_{ном} \leq U < 0,2 \cdot U_{ном}$	$\pm 20$
- при $0,2 \cdot U_{ном} \leq U \leq 2,0 \cdot U_{ном}$	$\pm 10$
Номинальные значения силы переменного тока $I_{ном}$ , А	1; 5 <sup>1)</sup>
Диапазон преобразований и измерений среднеквадратического значения силы переменного тока <sup>3)</sup> , А:	
- измерительная обмотка	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $2 \cdot I_{ном}$
- обмотка защиты	от $0,1 \cdot I_{ном}$ до $40 \cdot I_{ном}$
Стартовый ток (чувствительность), А	$0,001 \cdot I_{ном}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразований и измерений среднеквадратического значения силы переменного тока для измерительной обмотки <sup>3)</sup> , %:	
- при $0,01 \cdot I_{ном} \leq I < 0,05 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,4$
- при $0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq 2 \cdot I_{ном}$	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразований угла фазового сдвига между входной и выходной силами переменного тока для измерительной обмотки, минут:	
- при $0,01 \cdot I_{ном} \leq I < 0,05 \cdot I_{ном}$	$\pm 20$
- при $0,05 \cdot I_{ном} \leq I \leq 2 \cdot I_{ном}$	$\pm 10$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности преобразований и измерений среднеквадратического значения силы переменного тока для обмотки защиты <sup>3)</sup> , %:	
- при $0,1 \cdot I_{ном} \leq I < 0,2 \cdot I_{ном}$	$\pm 2$
- при $0,2 \cdot I_{ном} \leq I \leq 40 \cdot I_{ном}$	$\pm 1$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразований угла фазового сдвига между входной и выходной силами переменного тока для обмотки защиты, минут:	
- при $0,1 \cdot I_{ном} \leq I < 0,2 \cdot I_{ном}$	$\pm 240$
- при $0,2 \cdot I_{ном} \leq I \leq 40 \cdot I_{ном}$	$\pm 180$
Диапазон преобразований и измерений частоты переменного тока, Гц	от 45 до 55
Пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразований и измерений частоты переменного тока, Гц	$\pm 0,001$
Диапазон измерений коэффициента мощности	от -1 до +1

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности	$\pm 0,01$
Диапазон измерений фазной и трехфазной активной (реактивной) электрической мощности, Вт (вар)	от $0,2 \cdot I_{ном} \cdot 0,2 \cdot U_{ном}$ до $2 \cdot U_{ном} \cdot 2 \cdot I_{ном}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений фазной и трехфазной активной (реактивной) электрической мощности, %: - при $0,8 \leq  \cos\phi  \leq 1$ ( $0,8 \leq  \sin\phi  \leq 1$ ) - при $0,5 \leq  \cos\phi  < 0,8$ ( $0,5 \leq  \sin\phi  < 0,8$ )	$\pm 0,5$ $\pm 1,0$
Диапазон измерений фазной и трехфазной полной электрической мощности, В·А	от $0,2 \cdot I_{ном} \cdot 0,2 \cdot U_{ном}$ до $2 \cdot U_{ном} \cdot 2 \cdot I_{ном}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений фазной и трехфазной полной электрической мощности, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений угла фазового сдвига между фазными токами основной частоты, градус	от -180 до +180
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазными токами основной частоты, минут	$\pm 10$
Диапазон измерений угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты, градус	от -180 до +180
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты, минут	$\pm 10$

Примечания:

- 1) в зависимости от исполнения;
- 2) к среднеквадратическому значению напряжения относят среднеквадратическое значение напряжения основной частоты, среднеквадратическое напряжения переменного тока значение входного сигнала с учетом гармонических составляющих до 50 порядка;
- 3) к среднеквадратическому значению силы переменного тока относят среднеквадратическое значение силы переменного тока основной частоты, среднеквадратическое значение силы переменного тока входного сигнала с учетом гармонических составляющих до 50 порядка.

Ниже приводится пример фактической погрешности цифро-аналогового преобразования (формирования потока выборочных значений) по току соотнесенный с границами допустимых погрешностей измерения по классам 0,2S согласно ГОСТ 7746-2015 и границами допустимых погрешностей, заявленными в описание типа средства измерения. Измерения выполнены для стационарного сигнала в нормальных условиях применения.

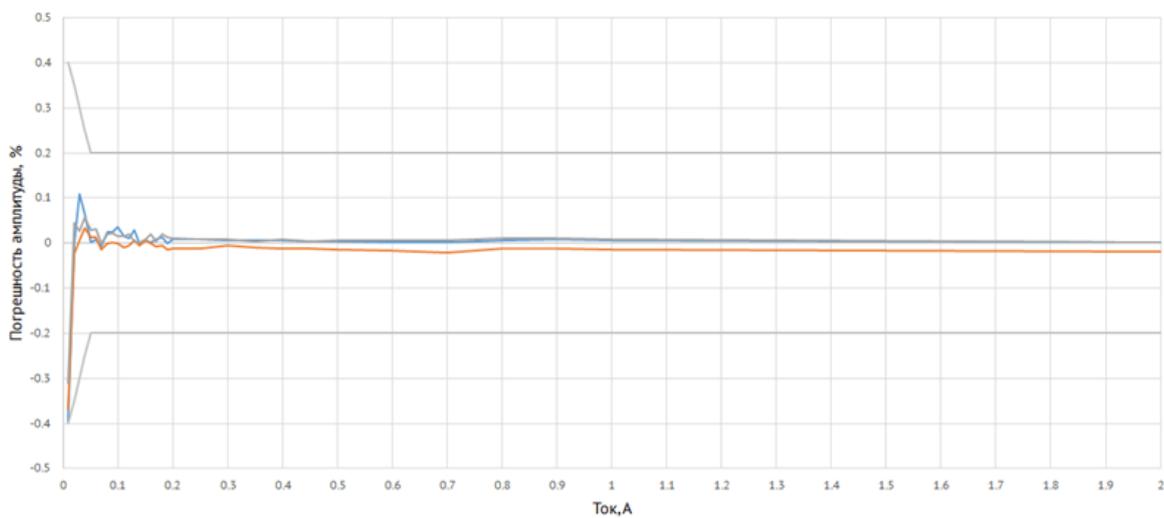


Рисунок 3.1. Фактическая погрешность измерения амплитуды тока измерительной обмотки.

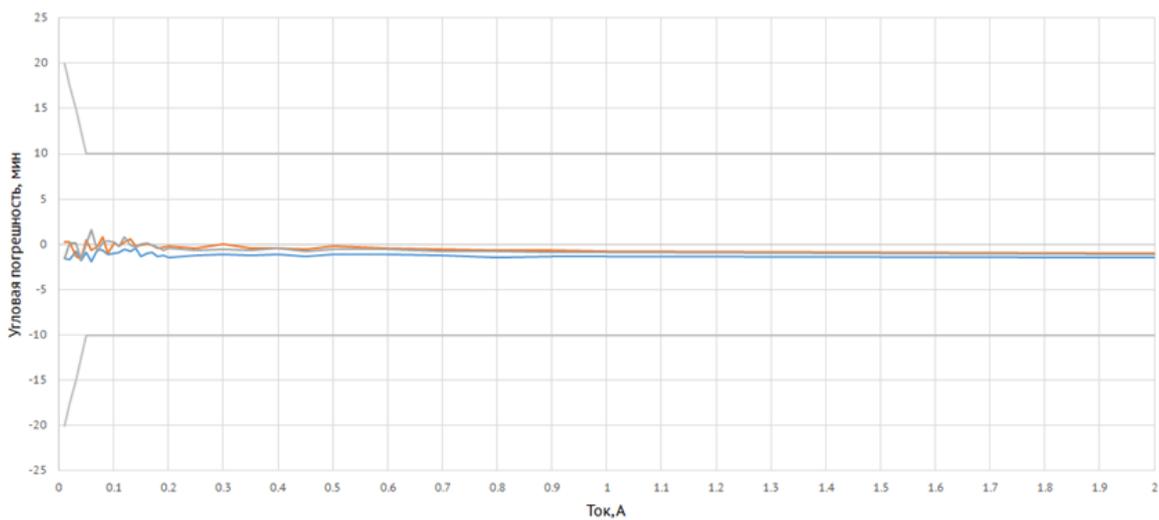


Рисунок 3.2. Фактическая угловая погрешность тока измерительной обмотки.

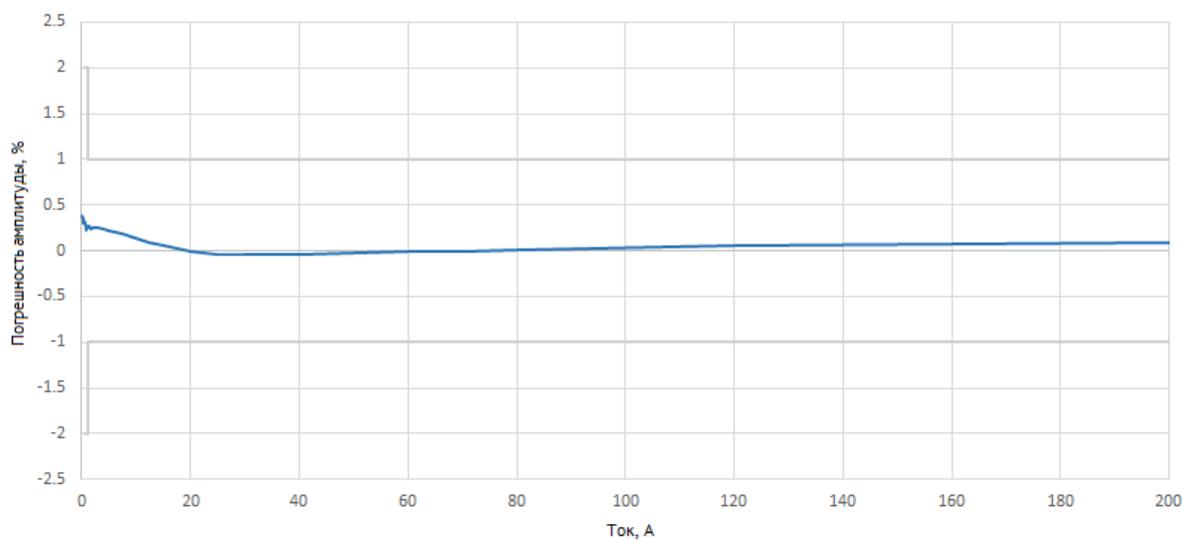


Рисунок 3.3. Фактическая погрешность измерения амплитуды тока защитной обмотки.

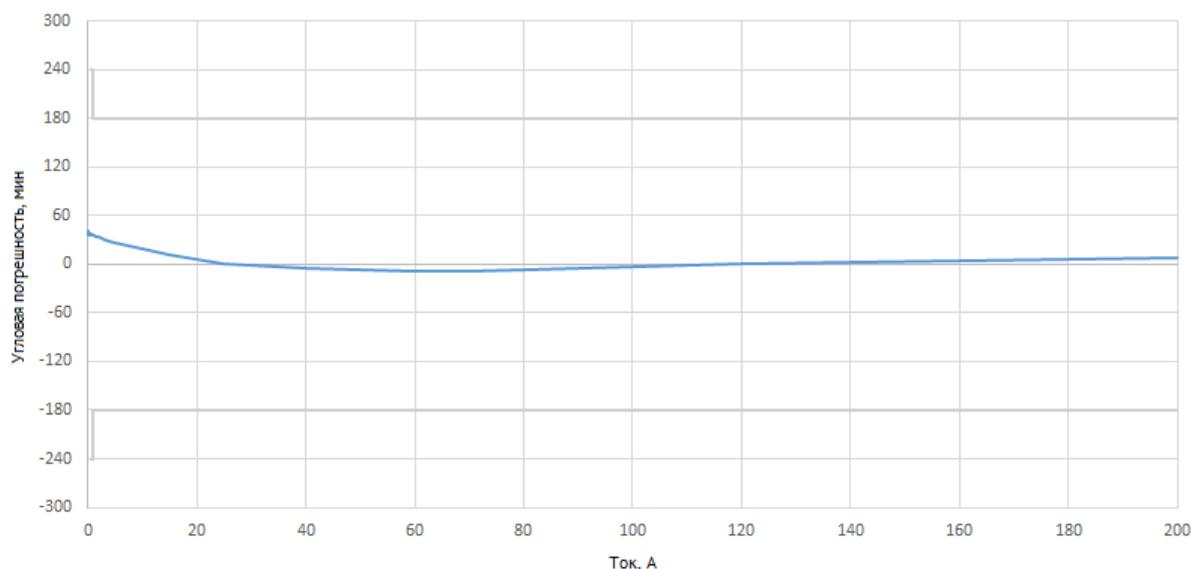


Рисунок 3.4. Фактическая угловая погрешность тока защитной обмотки.

Ниже приводится пример фактической погрешности цифро-аналогового преобразования (формирования потока выборочных значений) по напряжению соотнесенный с границами допустимых погрешностей измерения по классу 0,2 согласно ГОСТ 1983-2015. Измерения выполнены для стационарного сигнала в нормальных условиях применения.

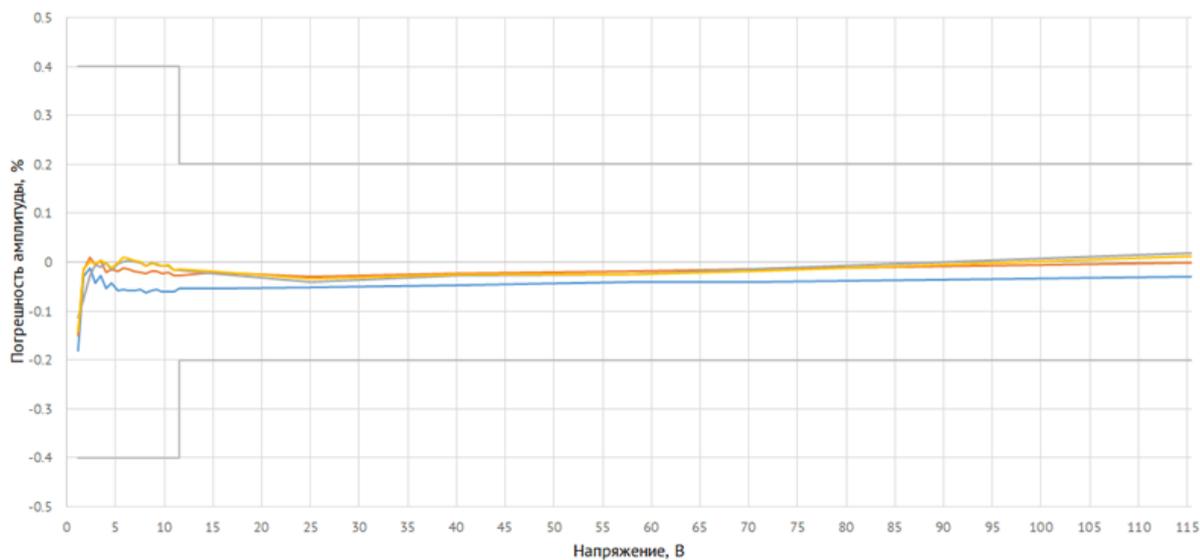


Рисунок 3.5. Фактическая погрешность измерения амплитуды напряжения.

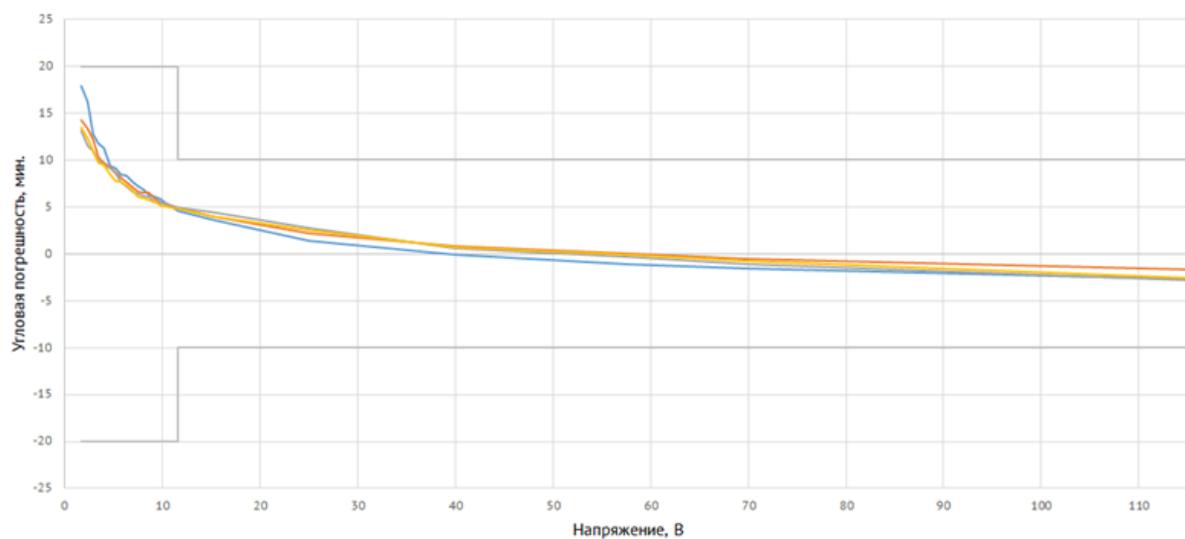


Рисунок 3.6. Фактическая угловая погрешность напряжения.

### 3.3 Дискретные сигналы

Устройства ENMU оснащены дискретными входами. При изменении состояния любого дискретного входа событие регистрируется, присваивается метка времени и зафиксированное состояние готово для передачи по портам Ethernet. Точность присвоения метки времени не хуже 1 мс. Характеристики указаны в табл. 3.5.

Дискретные выходы (обозначение на шильдике «DO») ENMU предназначены для выдачи управляющих воздействий на внешние объекты (коммутационные аппараты, промежуточные реле и т.п.).

В ENMU реализованы дискретные выходы на базе слаботочных электронных твердотельных ключей, электромагнитных реле и быстродействующих силовых транзисторах. Характеристики указаны в табл. 3.6.

Таблица 3.5. Характеристики дискретных входов

Параметр	Описание
Количество	16
Тип	«мокрый контакт»
Uном, В	220 (DC)
Порог срабатывания, В	Настраиваемый 1...300 В
Порог отпускания, В	Настраиваемый 1...300 В
Номинальный ток, мА	Настраиваемый 0,05...3,75
Импульс режекции, мА	Настраиваемый 0,05...105
Продолжительность импульса режекции, мс	Настраиваемая 0...120

Таблица 3.6. Характеристики дискретных выходов модификации ENMU-X/100-16/10.

Параметры	DO1-DO3	DO4-DO10
Количество	3	7
Тип	электронный ключ	электромагнитное реле
Uмакс, В	400 DC	300 DC, 400 AC
Iном, А	1,35 (AC/DC)	6 (Iмакс = 15)
Iоткл, А	0,1 (DC)	0,45 (при 220 В DC)
tвкл/откл, мс	5/1	6/5

Таблица 3.7. Характеристики дискретных выходов модификации ENMU-X/100-16/8.

Параметры	DO1-DO3	DO4-DO8
Количество	3	5
Тип	быстродействующий силовоточный	электромагнитное реле
Uмакс, В	250 DC	300 DC, 400 AC
Iном, А	10 (Iмакс = 40)	6 (Iмакс = 15)
Iоткл, А	40	0,45 (при 220 В DC)
tвкл/откл, мс	1/16	6/5

Для выдачи команд управления через электронные ключи на нагрузку более 0,1 А (220 В) необходимо использовать промежуточные реле.

### 3.4 Рабочие условия

Рабочие условия применения ENMU приведены ниже.

Таблица 3.8

Параметр	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	-40...+70
Влажность без конденсата	До 98%
Атмосферное давление, кПа	65...106,7
Частота входного сигнала, Гц	50±5
Ток (измерительная обмотка), % от номинального значения	0÷200
Ток (релейная обмотка), % от номинального значения	0÷4000
Входное напряжение, % от номинального значения	0÷200
Напряжение питания переменное, В	100...265, 45...55 Гц
Напряжение питания постоянное, В	120...370

Режим работы устройств ENMU непрерывный. Продолжительность непрерывной работы неограниченная. Время установления рабочего режима (предварительного прогрева) не более 10 мин.

Нормальные условия применения приведены в табл. 3.9.

Таблица 3.9

Параметр	Нормальное значение (нормальная область значений)	Допускаемое отклонение от нормального значения
Температура окружающего воздуха, °С	+20	±5
Относительная влажность воздуха, %	до 98	
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	65-106,7 (487,5-800)	
Внешнее магнитное поле	магнитное поле Земли	0,5 мТл частотой (50 ± 1) Гц
Положение	любое	
Частота питающей сети, Гц	50	± 5
Форма кривой переменного напряжения питающей сети	синусоидальная	коэффициент искажения синусоидальности не более 5 %

Пределы дополнительных погрешностей измерения, вызванные воздействием влияющих величин, приведены в табл. 3.10.

Таблица 3.10

Влияющая величина	Значение влияющей величины	Допускаемая дополнительная погрешность	
		$\delta_{X_1}$ , %	$\Delta X_1$
Температура окружающего воздуха, °С	-40...+70		
измерение токов и напряжений		±0,05/10 °С	-
измерение мощности		±0,10/10 °С	-

Влияющая величина	Значение влияющей величины	Допускаемая дополнительная погрешность	
		$\delta_{X1}, \%$	$\Delta X_1$
Внешнее однородное постоянное или переменное магнитное поле, синусоидально изменяющегося во времени с частотой, одинаковой с частотой тока, протекающего по измерительным цепям преобразователя, при самом неблагоприятном направлении и фазе магнитного поля, мТл	0,5		
измерение токов и напряжений		$\pm 0,1\%$	-
измерение частоты		-	$\pm 0,0005$ Гц

Устройства ENMU тепло- и холодоустойчивы в диапазоне температур от минус 40 до плюс 70°C, при этом пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в рабочем диапазоне температур на каждые 10°C, не превышают значений, указанных в таблице 3.10.

Дополнительная погрешность измерений при измерении токов и напряжений при отклонении частоты в энергосистеме не более  $\pm 5$  Гц не превышает 0,8 %.

По способу защиты человека от поражения электрическим током объединяющие устройства ENMU соответствуют ГОСТ Р 52319-2005, степень защиты IP20 по ГОСТ 14254-96.

### 3.5 Цифровые интерфейсы

ENMU оборудован рядом интерфейсов, перечень и характеристики которых приведены ниже.

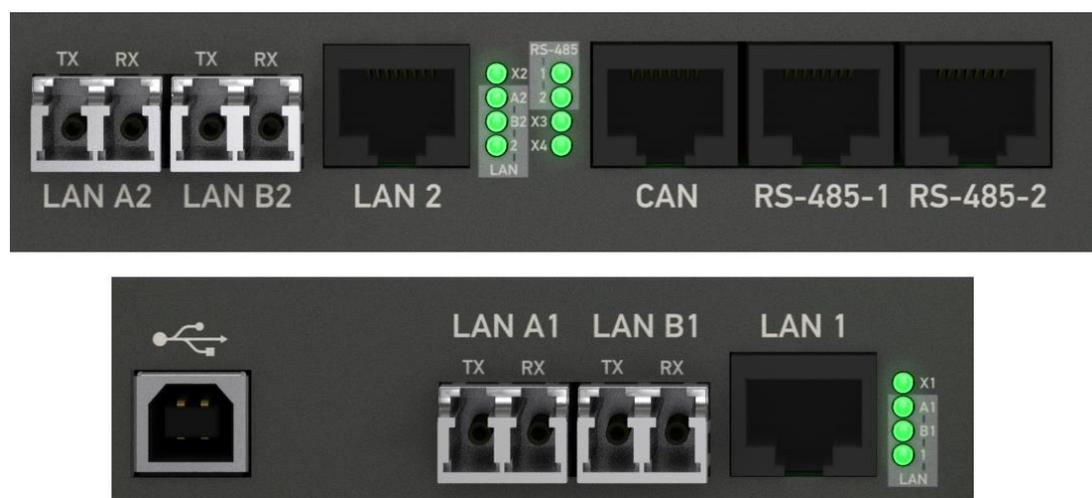


Рисунок 3.7. Цифровые интерфейсы ENMU: основной набор (внизу) и дополнительный (сверху).

Таблица 3.11

Интерфейс	Назначение	Стандарт	Тип разъема
<b>LAN A1, LAN B1</b>	Выдача SV; удаленное конфигурирование; поддержка протоколов IEEE C37.118.2, FTP, PTPv2	Ethernet 100Base-FX или Ethernet 100Base-T; PRP	LC, многомод 62,5/125 и 50/125 мкм, 1300 нм или RJ-45
<b>LAN A2, LAN B2</b>	Удаленное конфигурирование; поддержка протоколов IEC 60870-5-104, МЭК 61850-8-1 GOOSE, MMS, Modbus TCP	Ethernet 100Base-FX или Ethernet 100Base-T; PRP, RSTP	
<b>LAN 1</b>	Удаленное конфигурирование; поддержка протоколов IEEE C37.118.2, FTP	Ethernet 100Base-T	
<b>LAN 2</b>	Удаленное конфигурирование; поддержка протоколов IEC 60870-5-104, МЭК 61850-8-1 GOOSE, MMS, Modbus TCP		
<b>CAN RS-485-1/2</b>	Опрос внешних устройств		RJ-45
<b>SYNC (спец. исполнение)</b>	Прием временного кода для синхронизации времени от PPS 1 Гц, IRIG-A(B)	В соответствии с IEC 60044-8 {ed1.0}	ST, многомод 50/125 мкм, 820 нм или RJ-45, RS-485
<b>USB</b>	Служебный порт		USB type B

Максимальная длина оптической линии связи – 2000 м.

Параметры входа оптического приемника сигнала PPS:

<b>Уровень триггера</b>	50 % от максимальной яркости
<b>Длительность импульса PPS</b>	Более 10 мкс
<b>Шаг импульса PPS</b>	Не менее 500 мс
<b>Источник PPS</b>	Рекомендуется ЭНКС-2-1.1.1 + ESMC

### 3.6 Питание

Объединяющие устройства ENMU имеют один встроенный источник питания для подключения к цепям оперативного тока.

Таблица 3.12

Параметр	Значение
Диапазон входного напряжения переменного тока цепей питания	~100...265 В, 45...55 Гц
Диапазон входного напряжения постоянного тока цепей питания	=120...370 В
Потребляемая мощность по цепи питания не более	30 В·А

Допустимый перерыв в питании с сохранением работоспособности прибора не более 300 мс для переменного напряжения и не более 100 мс для постоянного.

### 3.7 Диагностика

Устройство ENMU осуществляет постоянную самодиагностику для контроля корректности работы аппаратных и программных компонентов.

Все модификации прибора имеют дискретный выход аппаратной неисправности «FAULT». В нормальном режиме клеммы 23-24 – разомкнуты, 24-25 – замкнуты. Релейные выходы меняют своё состояние на противоположное в следующих случаях:

- отсутствие внешнего питания ENMU;
- аппаратная неисправность;
- работа загрузчика прошивка (несколько секунд после включения прибора или изменения настроек);
- критическая программная неисправность.

Через дополнительные интерфейсы ENMU доступна передача по любому из поддерживаемых протоколов в виде ТС следующей диагностической информации:

Сигнал	Описание
Неисправность устройства	Критическая неисправность ENMU
Откл. LAN-A1 ENMU-A	Нет связи по интерфейсу LAN-A1
Откл. LAN-B1 ENMU-A	Нет связи по интерфейсу LAN-B1
Откл. LAN-1 ENMU-A	Нет связи по интерфейсу LAN-1
Откл. LAN-A2 ENMU-D	Нет связи по интерфейсу LAN-A2
Откл. LAN-B2 ENMU-D	Нет связи по интерфейсу LAN-B2
Откл. LAN-2 ENMU-D	Нет связи по интерфейсу LAN-2
Сбой синхронизации времени	Отсутствует синхронизация времени
Сбой SV-потока	Поток SV не публикуется
Запуск осциллограммы	Сработала уставка на запись аварийной осциллограммы
Запись осциллограммы	Идёт процесс записи осциллограммы во встроенную память

В ПО «ЭНКС Конфигуратор» доступна расширенная информация для протокола RTPv2 (рис. 3.8). Здесь отображается статус синхронизации, количество и ID используемых часов, величина коррекции времени и др.

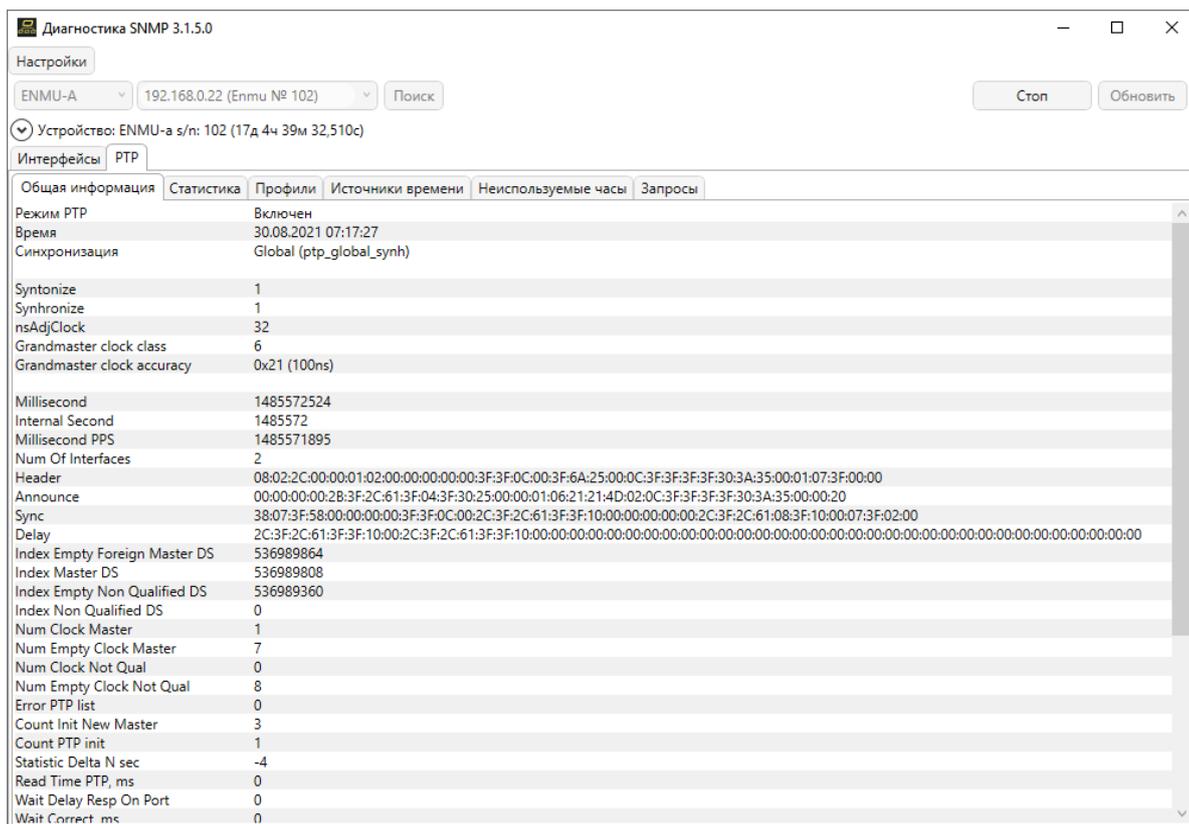


Рисунок 3.8. Диагностика SNMP.

### 3.8 Показатели надежности

Норма средней наработки на отказ устройств ENMU в нормальных условиях применения составляет 280 000 ч.

Полный средний срок службы устройств ENMU составляет 30 лет.

Среднее время восстановления работоспособного состояния ENMU не более 1 ч.

### 3.9 ЭМС и изоляция

ENMU соответствуют техническим требованиям через 2 мин. после воздействия кратковременных перегрузок, указанных в табл. 3.13.

Таблица 3.13

№	Значение силы тока	Значение напряжения	Число перегрузок	Длительность каждой перегрузки, с	Интервал между последовательными перегрузками, с
1	$7 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$U_{\text{НОМ}}$	2	15	60
2	$10 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$U_{\text{НОМ}}$	1	15	-
3	$40 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$U_{\text{НОМ}}$	1	1	-
4	$I_{\text{НОМ}}$	$2 \cdot U_{\text{НОМ}}$	1	60	-

Требования ЭМС к портам ENMU, регламентированные стандартами ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (по классу соответствует: размещение Н, соединение h) и СТО 56947007-29.240.044-2010, приведены в табл. 3.14.

Таблица 3.14

№	Методы и виды испытаний	= 220 В	~ 220 В	DO, DI	AI	RS-485	Ethernet	Корпус	Заземл
		1	ГОСТ 30804.4.11-2013 Провалы и прерывания напряжения электропитания: - провалы напряжения на 0,2Uном - провалы напряжения на 0,3Uном - провалы напряжения на 0,6Uном - прерывания напряжения - прерывания напряжения - выбросы напряжения на 0,2Uном	5,0 с Соотв. А 1,0 с Соотв. А 0,1 с Соотв. А - 0,5 с Соотв. В -	5,0 с Соотв. А 1,0 с Соотв. А 0,1 с Соотв. А 1,0 с Соотв. В 2,0 с Соотв. А	-	-	-	-
2	ГОСТ Р 51317.4.17-2000 Пульсации напряжения питания постоянного тока	10% Соотв. А	-	-	-	-	-	-	-
3	ГОСТ Р 51317.4.16-2000 Низкочастотные кондуктивные помехи Кратковременные 50 Гц Длительные 50 Гц Длительные в полосе частот от 0,015 до 150 кГц	300 В 30 В 30-3-3-30 В Соотв. А	300 В 30 В 30-3-3-30 В	300 В 30 В 30-3-3-30 В	300 В 30 В 30-3-3-30 В	300 В 30 В 30-3-3-30 В	300 В 30 В 30-3-3-30 В	-	-
4	ГОСТ Р 51317.4.5-99 Микросекундные импульсные помехи большой энергии «Провод-провод» «Провод-земля»	4,0 кВ 4,0 кВ Соотв. А	4,0 кВ 4,0 кВ	4,0 кВ 4,0 кВ	4,0 кВ 4,0 кВ	4,0 кВ 4,0 кВ (Э)	2,0 кВ 2,0 кВ (Э)	-	-
5	ГОСТ Р 30804.4.4-2013 Наносекундные импульсные помехи	4,0 кВ Соотв. А	4,0 кВ	4,0 кВ (К)	4,0 кВ (К)	4,0 кВ (Э)	4,0 кВ (Э)	-	4,0 кВ (К)
6	ГОСТ Р 51317.4.12-99 Затухающие импульсные помехи Одиночные «Провод-провод» Одиночные «Провод-земля» Повторяющиеся «Провод-провод» Повторяющиеся «Провод-земля»	2,0 кВ 4,0 кВ 1,0 кВ 2,5 кВ Соотв. А	2,0 кВ 4,0 кВ 1,0 кВ 2,5 кВ	2,0 кВ 4,0 кВ 1,0 кВ 2,5 кВ	2,0 кВ 4,0 кВ 1,0 кВ 2,5 кВ	- 4,0 кВ (Э) 2,5 кВ (Э)	- 4,0 кВ (Э) - 2,5 кВ (Э)	-	-
7	ГОСТ Р 51317.4.6-99 Кондуктивные помехи в диапазоне от 0,15 до 80 МГц	10 В Соотв. А	10 В	10 В (К)	10 В (К)	10 В (Э)	10 В (Э)	-	10 В
8	ГОСТ Р 51317.4.14-2000 Колебания напряжения в сети электропитания переменного тока	-	± 20 % Соотв. А	-	-	-	-	-	-

№	Методы и виды испытаний								
		= 220 В	~ 220 В	DO, DI	AI	RS-485	Ethernet	Корпус	Заземл
9	ГОСТ Р 51317.4.28-2000 Изменение частоты сети электропитания переменного тока	-	± 15 % 1 с Соотв. А	-	-	-	-	-	-
10	ГОСТ 30804.4.13-2013 Искажение синусоидальности напряжения электропитания	-	Класс 3 ± 25 % Соотв. А	-	-	-	-	-	-
11	ГОСТ 30804.3.2-2013. Эмиссия гармонических составляющих тока в сеть электропитания	-	Класс А Соотв.	-	-	-	-	-	-
12	ГОСТ 30804.3.3-2013. Колебания напряжения и фликер, вызываемые в сети электропитания	-	PST<1, PLT<0,6 5 Соотв.	-	-	-	-	-	-
13	ГОСТ 30804.4.2-2013 Электростатические разряды (ЭСР) непосредственно на корпуса, с интервалами между импульсами 10 с «контактный разряд» «воздушный разряд»	-	-	-	-	-	-	6 кВ 8 кВ Соотв.	-
14	ГОСТ Р 50648-94 Магнитные поля промышленной частоты (МППЧ) в трёх взаимно-перпендикулярных плоскостях длительно кратковременно 3 с	-	-	-	-	-	-	100 А/м 1000 А/м Соотв. А	-
15	ГОСТ Р 50649-94 Импульсные магнитные поля (ИМП) в трёх взаимно-перпендикулярных плоскостях	-	-	-	-	-	-	1000 А/м Соотв. А	-
16	ГОСТ 30804.4.3-2013 Радиочастотное электромагнитное поле (РЧПП) (80-1000) МГц (800-960) МГц (1400-2000) МГц	-	-	-	-	-	-	10 В/м 10 В/м 10 В/м Соотв. А	-
17	ГОСТ Р 50652-94 Затухающее импульсное магнитное поле в трёх взаимно-перпендикулярных плоскостях	-	-	-	-	-	-	100 А/м Соотв. А	-
18	ГОСТ 30805.22-2013 Эмиссия промышленных радиопомех в полосе частот от 0,15 до 30 МГц	Класс А Соотв.	Класс А Соотв.	-	-	-	-	-	-
	Эмиссия промышленных радиопомех в полосе частот от 30 до 1000 МГц	-	-	-	-	-	-	Класс А Соотв.	-

(К) – помеха подается через электромагнитные клещи,  
 (Э) – помеха подается на экран кабеля,  
 DI, DO – порт дискретных входов и выходов,  
 AI – порт аналоговых входов,  
 =220В, ~220В – порты питания постоянного и переменного тока

Сопротивление изоляции между каждой независимой цепью (гальванически не связанной с другими цепями) и корпусом, соединенным со всеми остальными независимыми цепями, более 100 МОм при напряжении постоянного тока 500 В.

Электрическая прочность изоляции соответствует требованиям ГОСТ IEC 60255-5-2014:

- электрическая изоляция между портом электропитания, измерительными цепями напряжения и тока, дискретными входами и выходами по отношению ко всем остальным независимым цепям и корпусу выдерживает без повреждений испытательное напряжение действующим значением 2,0 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин;
- электрическая изоляция между интерфейсными цепями RS-485, Ethernet по отношению ко всем остальным независимым цепям и корпусу выдерживает без повреждений испытательное напряжение действующим значением 0,5 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин.

ENMU выдерживает испытание импульсным напряжением со следующими параметрами:

- электрическая изоляция между портом электропитания, измерительными цепями напряжения и тока, дискретными входами и выходами по отношению ко всем остальным независимым цепям и корпусу выдерживает без повреждений импульсное напряжение 5,0 кВ;
- электрическая изоляция между интерфейсными цепями RS-485, Ethernet по отношению ко всем остальным независимым цепям и корпусу выдерживает без повреждений импульсное напряжение 1,0 кВ.

## 4 Использование по назначению

### 4.1 Указания по эксплуатации

Эксплуатация устройств ENMU должна производиться в соответствии с настоящим руководством по эксплуатации.

ENMU подключаются непосредственно к измерительным и защитным обмоткам трансформаторов тока и измерительным трансформаторам напряжения. Подключение и отключение ENMU к измерительным цепям, а также к цифровым интерфейсам необходимо выполнять только после отключения цепей питания, приняв меры против случайного включения.

Подключение ENMU к шине процесса IEC 61850-9-2 и к шине подстанции IEC 61850-8-1 осуществляется в соответствии с эксплуатационной документацией.



Измерительные цепи тока и напряжения должны подключаться через испытательные блоки или иные технические средства, которые при отключении ENMU от измерительных цепей должны обеспечивать возможность коротки токовые цепей и размыкание цепей напряжения.

### 4.2 Эксплуатационные ограничения

ENMU не предназначен для работы в условиях взрывоопасной и агрессивной среды.

При работе ENMU не должен подвергаться воздействию прямого нагрева источниками тепла до температуры более +70 °С. В помещении не должно быть резких колебаний температуры, вблизи места установки прибора не должно быть источников сильных электромагнитных полей.

### 4.3 Подготовка к монтажу

После получения устройства со склада убедиться в целостности упаковки.

Распаковать, извлечь ENMU, произвести внешний осмотр, убедиться в отсутствии видимых механических повреждений и наличии комплектности.

Проверить соответствие характеристик, указанных в паспорте с характеристиками, указанными на лицевой стороне прибора.

### 4.4 Общие указания по монтажу

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

электроустановок. Монтаж должен осуществлять персонал с соответствующей квалификацией.

Тип крепления устройства – настенное, с использованием двух проушин. Допускается крепление устройства ENMU под любым углом к горизонтальной плоскости.

Измерительные цепи напряжения подключать к устройству проводами сечением не более 4 мм<sup>2</sup>, цепи тока измерительной обмотки - 6 мм<sup>2</sup> и для токов защитной обмотки - 16 мм<sup>2</sup>.

Для заземления корпуса прибора рекомендуется использовать провод сечением не менее 2,5 мм<sup>2</sup>, обжатым кольцевым наконечником с диаметром 4–6 мм (под болт М4).



При подключении измерительных цепей момент затяжки не должен быть более 0,5-0,6 Н\*м.

Подключение ENMU к оптической сети Ethernet производить оптическим кабелем через кроссировочные коробки, использовать патч-корды с разъемами типа LC, многомод.

Цепи питания подключить проводами сечением не более 4 мм<sup>2</sup>.



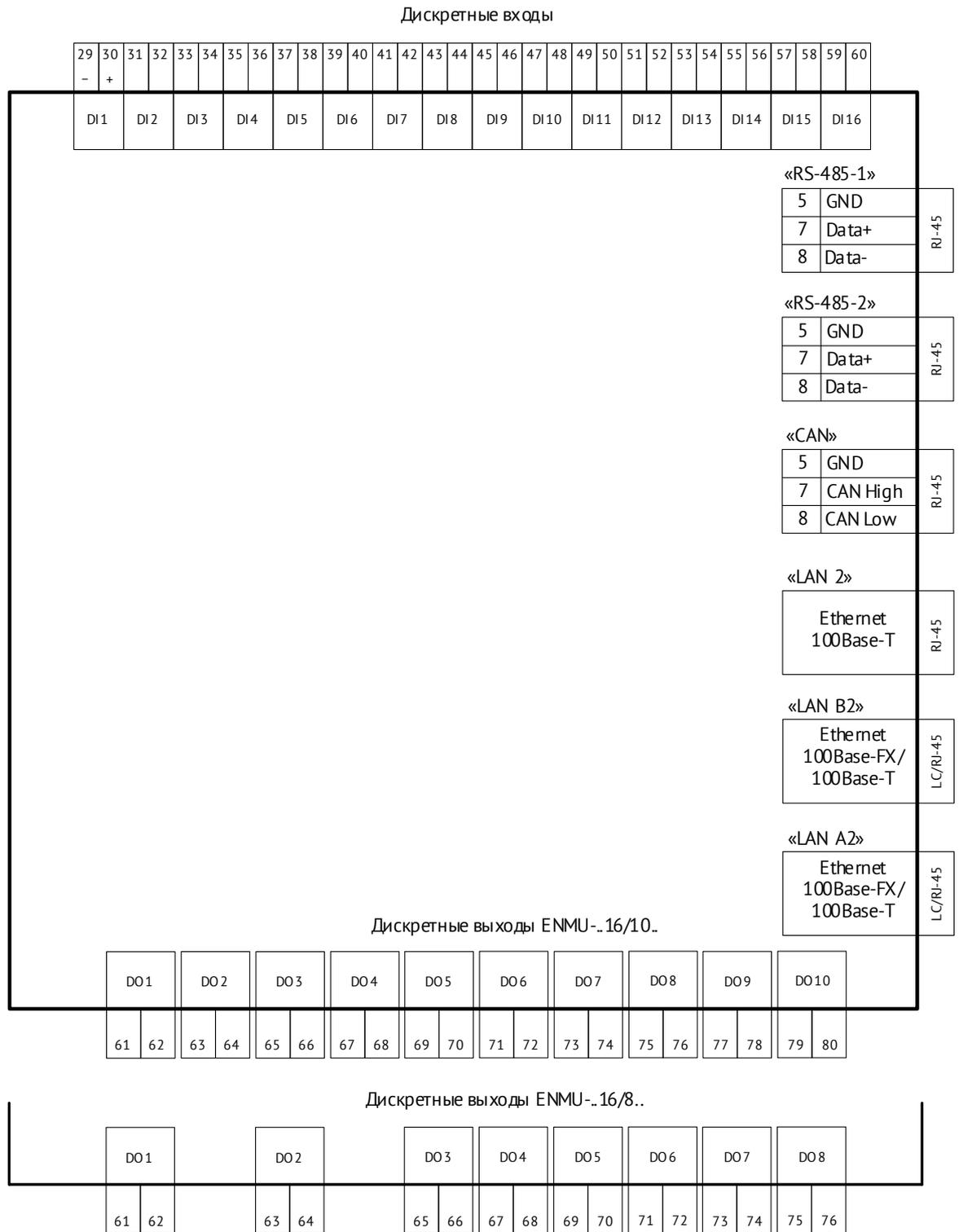


Рисунок 4.2. Дополнительные интерфейсы передачи данных и дискретные сигналы.

## 5 Настройка устройства

### 5.1 Обновление ПО

ПО «ESBootloader» используется для обновления микропрограммы ENMU и сброса настроек прибора на заводские.



Конструктивно ENMU может состоять из двух блоков (плат):

- Блок ENMU-A – для ввода преобразуемых в SV потоки аналоговых сигналов и для связи с шиной процесса. Схема интерфейсов блока приведена на рис. 5.1.
- Блок ENMU-D – (опциональный) для ввода и вывода дискретных сигналов, а также для связи с шиной станции. Схема интерфейсов блока приведена на рис. 5.2.

Для обновления микропрограммы запустите ПО «ESBootloader», далее следуйте нижеприведенным указаниям:

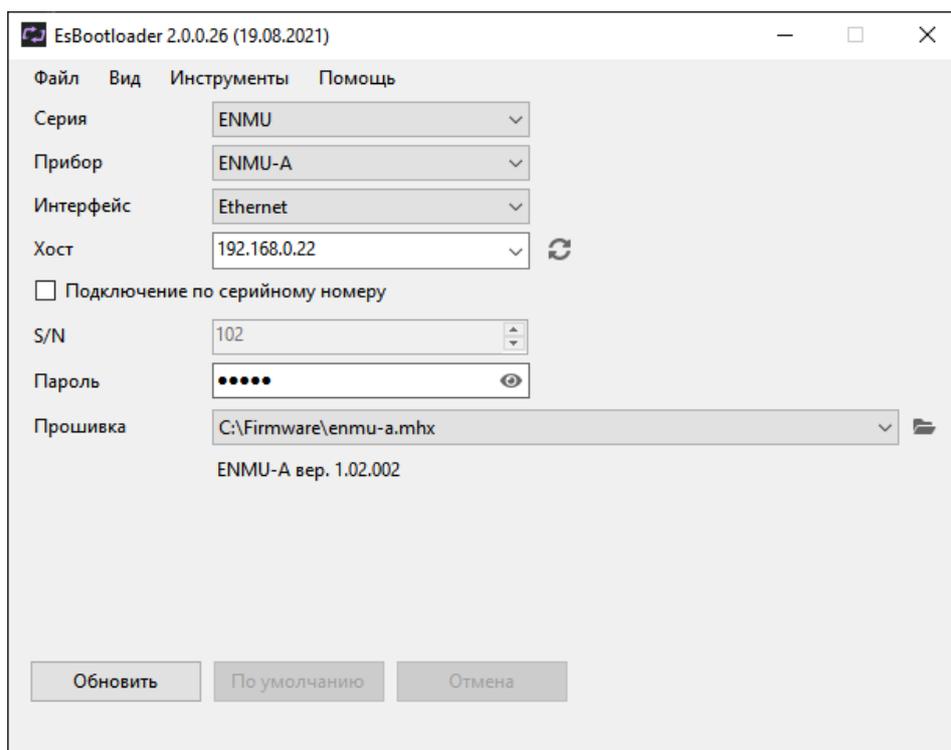


Рисунок 5.1. Обновление прошивки платы с аналоговыми входами на ENMU

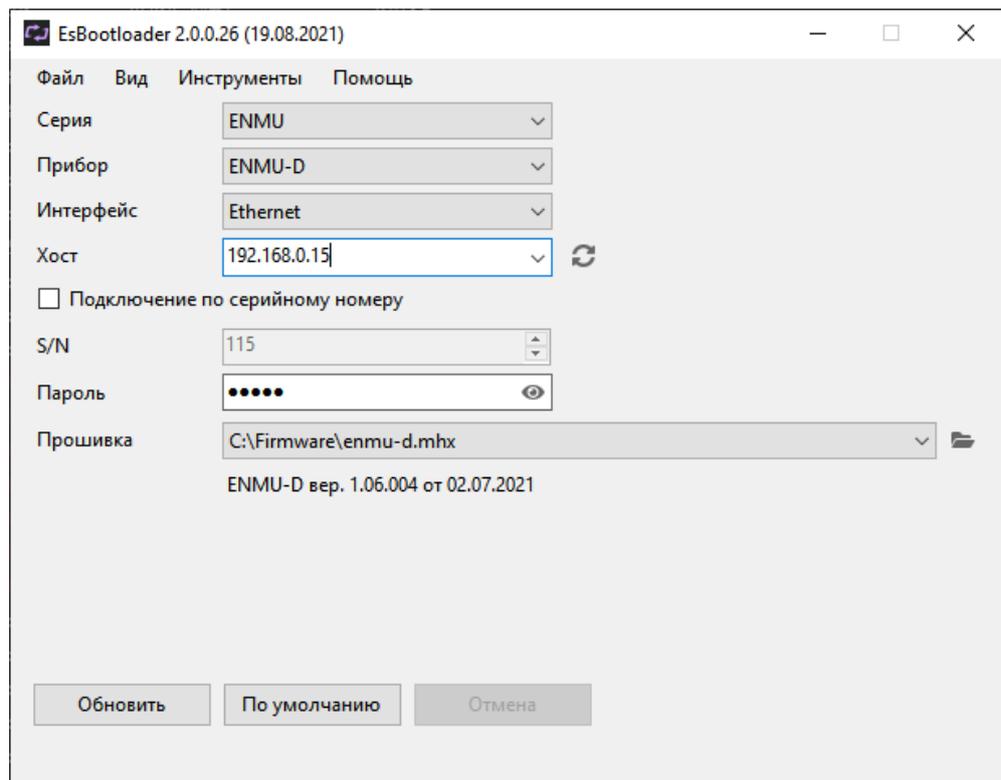


Рисунок 5.2. Обновление прошивки платы с дискретными входами и выходами на ENMU

1. Выберите серию устройств ENMU;
2. В зависимости от типа обновляемого блока (платы) выберите ENMU-A (см. 5.1) или ENMU-D (см. 5.2);
3. Выберите интерфейс текущего подключения Ethernet;
4. Укажите настройки подключения (IP адрес);
5. Заполните поле «Пароль» (по умолчанию admin);
6. Укажите файл с микропрограммой, при этом рядом отобразится номер версии прошивки.
7. Нажмите кнопку «Обновить», после чего программа в автоматическом режиме начнет цикл подключения к устройству, стирания текущей прошивки, записи новой, перезагрузки устройства.

## 5.2 Конфигурирование

Конфигурирование устройств ENMU осуществляется при помощи программного обеспечения «ES Конфигуратор» (блок ENMU-A) и «Конфигуратор ЭНКС» (блок ENMU-D).



ПО «ES Конфигуратор» предназначено для настройки параметров передачи данных в шину процесса (потoki SV), аналоговых входов и просмотра измеряемых параметров. Настройка осуществляется через интерфейсы LAN A1/B1/1. Экранная форма основного окна программы представлена на рисунке 5.3.

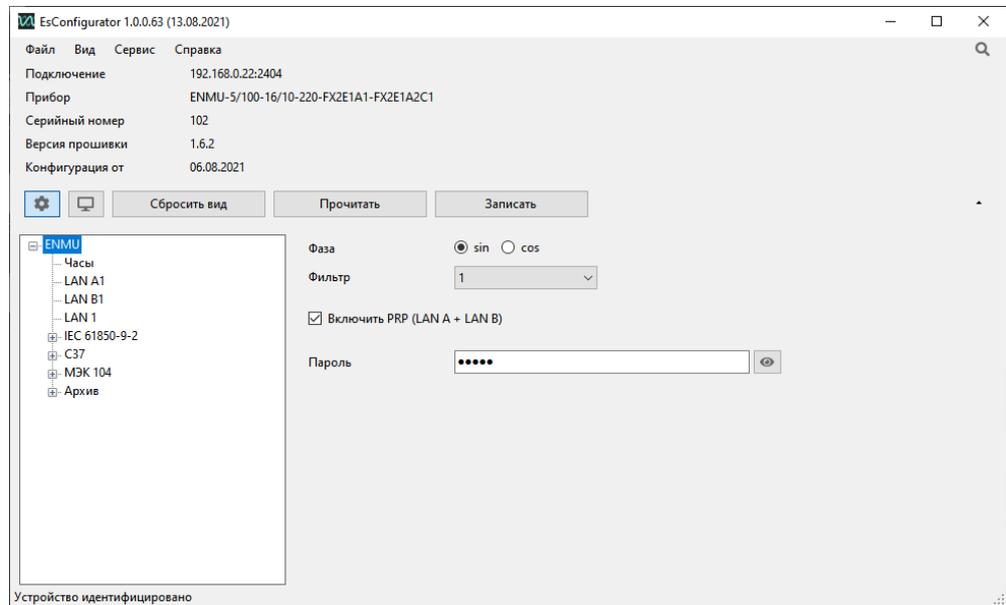


Рисунок 5.3 «ES Конфигуратор», настройка ENMU-A.

ПО «Конфигуратор ЭНКС» предназначен для настройки передачи данных в шину подстанции (MMS, GOOSE), дискретных входов/выходов и просмотра измеряемых параметров. Настройка осуществляется через интерфейсы LAN A2/B2/2. Экранная форма основного окна программы представлена на рисунке 5.4.

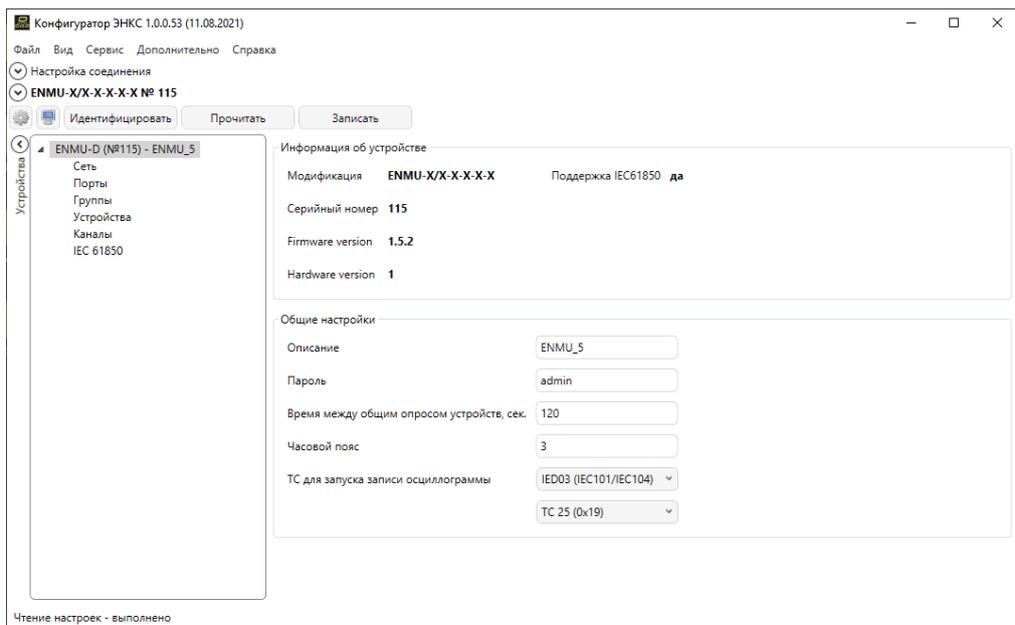


Рисунок 5.4 «Конфигуратор ЭНКС», настройка ENMU-D

## 5.3 Параметры по умолчанию

Параметры авторизации для конфигурирования:

- Логин: admin
- Пароль: admin

Порт для конфигурирования: 2404

IP адреса интерфейсов:

- Lan A1: 192.168.0.20
- Lan B1: 192.168.0.21
- Lan 1: 192.168.0.22
- Lan A2: 192.168.0.10
- Lan B2: 192.168.0.11
- Lan 2: 192.168.0.12

Параметры потоков SV:

Параметр	SV80-1	SV80-2
<b>Измерения</b>	Напряжение, ток с ИТТ	Напряжение, ток с ЗТТ
<b>SV ID</b>	ENS80pointMU01	ENS80pointMU01
<b>Интерфейс</b>	LAN A	LAN B
<b>VLAN</b>	Откл.	Откл.
<b>MAC-address</b>	01-0C-CD-04-01-FF	01-0C-CD-04-02-FF
Параметр	SV256-1	SV256-2
<b>Измерения</b>	Напряжение, ток с ИТТ	Напряжение, ток с ЗТТ
<b>SV ID</b>	ENS256MUnn01	ENS256MUnn02
<b>Интерфейс</b>	LAN B	LAN B
<b>VLAN</b>	Откл.	Откл.
<b>MAC-address</b>	01-0C-CD-04-03-FF	01-0C-CD-04-04-FF

## 6 Упаковка и комплектация

Устройство ENMU поставляется в транспортной таре.

Устройство ENMU упаковано в индивидуальную упаковку.

Вариант защиты: ВЗ-10 по ГОСТ 9.014.

В упаковку должен укладываться 1 комплект ENMU, указанный в табл. 6.1.

Количество устройств ENMU, индивидуально упакованных и укладываемых в транспортную тару, габаритные размеры, масса нетто и брутто - в зависимости от заказа.

Масса нетто – не более 3 кг.

Масса брутто – не более 4 кг.

Таблица 6.1

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Устройство сопряжения с шиной процесса	ENMU	1	
Формуляр (паспорт)	ENMU.422189.001 ФО	1	На бумажном носителе
Руководство по эксплуатации	ENMU.422189.001 РЭ	1	На CD/DVD носителе
Программное обеспечение: «ES Конфигуратор», «Конфигуратор ЭНКС», «ESBootloader» и др.	ENMU.422189.001 ПО		

## **7 Техническое обслуживание**

### **7.1 Общие указания**

Эксплуатационный надзор за работой объединяющего устройства должен производиться лицами, за которыми закреплено данное оборудование.

Устройства ENMU не должны вскрываться во время эксплуатации. Нарушение целостности гарантийной наклейки снимает с производителя гарантийные обязательства.

Все возникающие во время эксплуатации неисправности устраняет предприятие-изготовитель.

### **7.2 Меры безопасности**

Работы по техническому обслуживанию должны выполняться квалифицированным персоналом.

Персонал, осуществляющий обслуживание устройств ENMU, должен руководствоваться настоящим РЭ, а также ПОТ РМ-016-2001, РД153-34.0-03.150-00 «Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».

### **7.3 Порядок технического обслуживания**

Рекомендуется ежегодно проводить профилактический осмотр на месте эксплуатации.

Для этого:

- снять входные сигналы (закороченные токовые клеммы и разомкнутые цепи напряжения) и отключить питание с ENMU;
- при необходимости удалить с корпуса пыль;
- проверить состояние креплений корпуса и момент затяжки подключенных цепей;
- подать напряжение питания и входные сигналы на ENMU.

При неиспользовании аналоговых входов телеизмерений ENMU, устройство следует обслуживать в соответствии с требованиями СТО 34.01-4.1-005-2017 (ПАО "Россети") «Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и сигнализации электросетевого комплекса», либо аналогичных правил.

## **7.4 Транспортировка**

Устройства ENMU транспортируются в соответствии с требованиями ГОСТ 22261-94 всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах (железнодорожным, автомобильным, водным транспортом в трюмах, в самолетах - в герметизированных отсеках) при температуре от минус 50 до плюс 70 °С и относительной влажности воздуха 95 % при температуре +30 °С.

Допускается транспортирование устройств ENMU в контейнерах и пакетами. Средства пакетирования - по ГОСТ 24597.

При железнодорожных перевозках допускаются мелкие малотоннажные и повагонные виды отправок в зависимости от заказа.

## **7.5 Хранение**

Хранение устройств ENMU на складах предприятия-изготовителя (потребителя) - по ГОСТ 22261-94.

В местах хранения устройств в окружающем воздухе должны отсутствовать кислотные, щелочные и другие агрессивные примеси, и токопроводящая пыль.

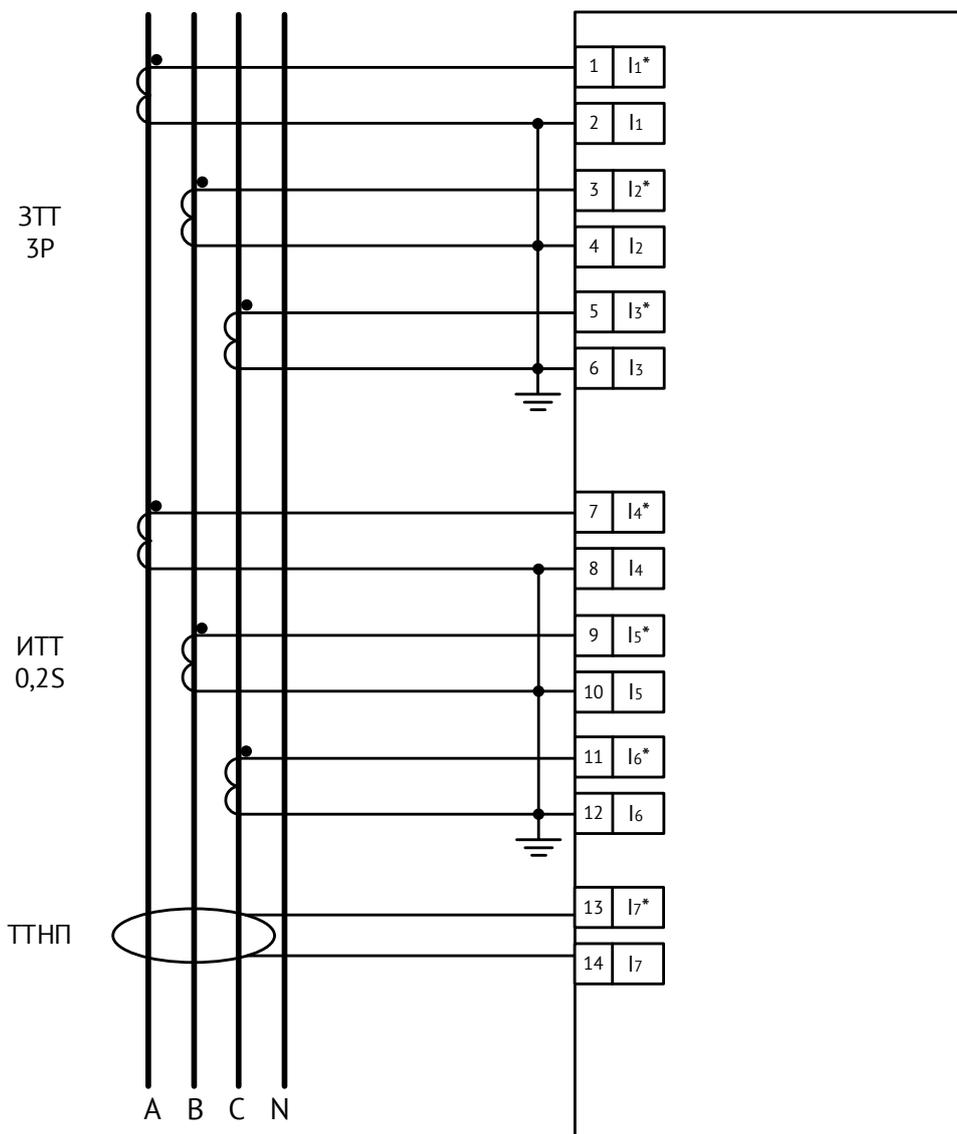
Составные части устройств в транспортной таре при хранении разрешается складировать не более, чем в два ряда.

## 8 Гарантии изготовителя

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие изделия указанным характеристикам при соблюдении условий эксплуатации, хранения, транспортирования и монтажа. **Гарантийный срок эксплуатации – 60 месяцев** с даты поставки. Изготовитель обязуется в течение гарантийного срока безвозмездно производить ремонт изделия при соблюдении потребителем условий эксплуатации. Изготовитель не несет ответственности за повреждения изделия вследствие неправильного его хранения, транспортирования и эксплуатации, а также за несанкционированные изменения, внесенные потребителем в технические и программные средства изделия.

## Приложение А. Схема подключения

Схема подключения токовых цепей:

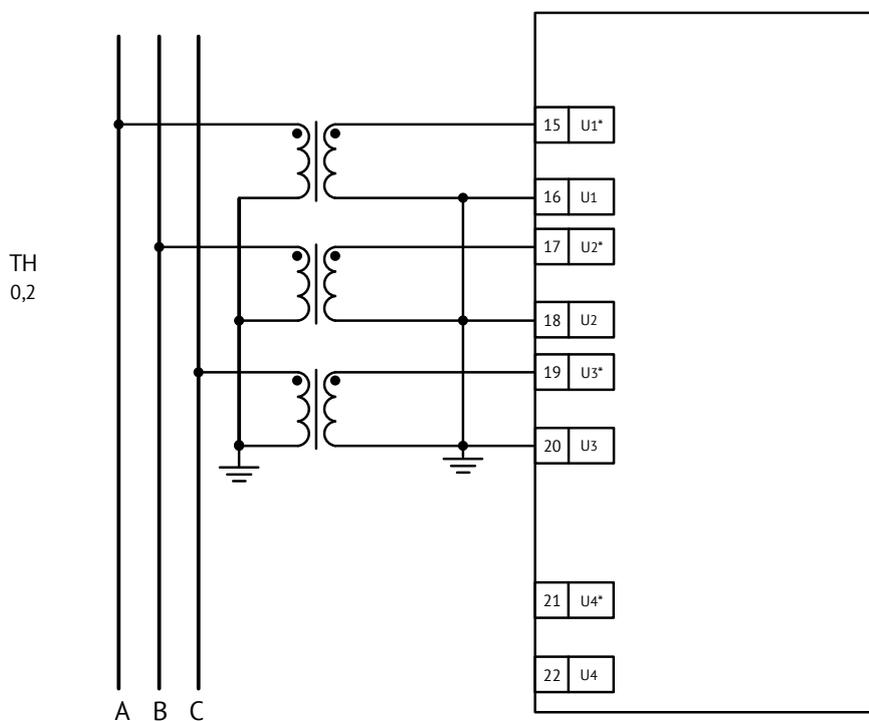
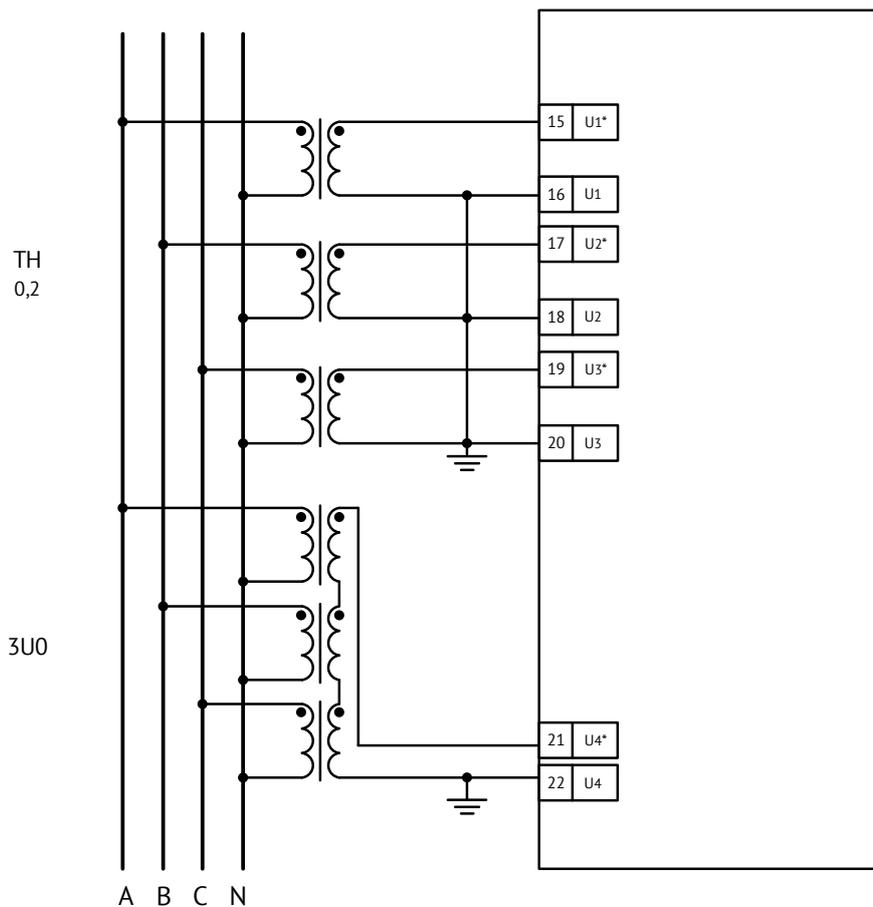


ИТТ – измерительные трансформаторы тока;

ТТНП – трансформатор тока нулевой последовательности;

ЗТТ – трансформаторы тока для релейной защиты.

Схемы подключения цепей напряжения:



ТН – трансформатор напряжения;

ЗУ0 – трансформатор напряжения нулевой последовательности.

**Архангельск** (8182)63-90-72  
**Астана** (7172)727-132  
**Астрахань** (8512)99-46-04  
**Барнаул** (3852)73-04-60  
**Белгород** (4722)40-23-64  
**Брянск** (4832)59-03-52  
**Владивосток** (423)249-28-31  
**Волгоград** (844)278-03-48  
**Вологда** (8172)26-41-59  
**Воронеж** (473)204-51-73  
**Екатеринбург** (343)384-55-89  
**Иваново** (4932)77-34-06

**Ижевск** (3412)26-03-58  
**Иркутск** (395)279-98-46  
**Казань** (843)206-01-48  
**Калининград** (4012)72-03-81  
**Калуга** (4842)92-23-67  
**Кемерово** (3842)65-04-62  
**Киров** (8332)68-02-04  
**Краснодар** (861)203-40-90  
**Красноярск** (391)204-63-61  
**Курск** (4712)77-13-04  
**Липецк** (4742)52-20-81

**Киргизия** (996)312-96-26-47

**Магнитогорск** (3519)55-03-13  
**Москва** (495)268-04-70  
**Мурманск** (8152)59-64-93  
**Набережные Челны** (8552)20-53-41  
**Нижний Новгород** (831)429-08-12  
**Новокузнецк** (3843)20-46-81  
**Новосибирск** (383)227-86-73  
**Омск** (3812)21-46-40  
**Орел** (4862)44-53-42  
**Оренбург** (3532)37-68-04  
**Пенза** (8412)22-31-16

**Россия** (495)268-04-70

**Пермь** (342)205-81-47  
**Ростов-на-Дону** (863)308-18-15  
**Рязань** (4912)46-61-64  
**Самара** (846)206-03-16  
**Санкт-Петербург** (812)309-46-40  
**Саратов** (845)249-38-78  
**Севастополь** (8692)22-31-93  
**Симферополь** (3652)67-13-56  
**Смоленск** (4812)29-41-54  
**Сочи** (862)225-72-31  
**Ставрополь** (8652)20-65-13

**Казахстан** (772)734-952-31

**Сургут** (3462)77-98-35  
**Тверь** (4822)63-31-35  
**Томск** (3822)98-41-53  
**Тула** (4872)74-02-29  
**Тюмень** (3452)66-21-18  
**Ульяновск** (8422)24-23-59  
**Уфа** (347)229-48-12  
**Хабаровск** (4212)92-98-04  
**Челябинск** (351)202-03-61  
**Череповец** (8202)49-02-64  
**Ярославль** (4852)69-52-93

[www.enserv.nt-rt.ru](http://www.enserv.nt-rt.ru) || [epn@nt-rt.ru](mailto:epn@nt-rt.ru)