



Преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2

Руководство по эксплуатации

Оглавление

Введение	4
Обозначения и сокращения	5
1 Описание устройства	6
1.1 Назначение	6
1.2 Модификации и условные обозначения	7
1.3 Передаваемые параметры	14
1.4 Основные технические характеристики	18
1.5 Габаритные размеры	28
2 Устройство и принципы работы	33
2.1 Основные сведения (на примере ЭНИП-2-...-Х1)	33
2.2 Дискретные выходы.....	36
2.3 Дискретные входы.....	39
2.4 Логические выражения	41
2.5 Интерфейсы и протоколы обмена данными	42
2.6 Цепи питания.....	49
2.7 Сенсорный экран	49
3 Комплектность	50
4 Использование по назначению	51
4.1 Указания по эксплуатации	51
4.2 Эксплуатационные ограничения	51
4.3 Подготовка к монтажу.....	51
4.4 Общие указания по монтажу	52
5 Техническое обслуживание и ремонт	53
5.1 Общие указания	53
5.2 Меры безопасности	53
5.3 Порядок технического обслуживания.....	53
6 Настройка прибора	54
6.1 Программное обеспечение «ES BootLoader»	54
6.2 Программное обеспечение «ES Конфигуратор»	56
6.3 Конфигурирование через web-интерфейс	60
6.4 Конфигурирование через сенсорный дисплей	63
6.5 Восстановление настроек по умолчанию.....	63
7 Рекомендации по подключению внешних цепей	65
7.1 Подключение к цепям питания	65
7.2 Подключение к измерительным цепям	67
7.3 Подключение к цепям дискретных сигналов.....	67

7.4	Подключение к датчикам	78
7.5	Подключение к внешним модулям индикации	79
7.6	Подключение к информационным цепям	83
7.7	Подключение к источнику точного времени	84
8	Области применения	85
8.1	Системы телемеханики	85
8.2	Цифровая подстанция.....	85
8.3	СМНР	86
9	Диагностика состояния ЭНИП-2	88
10	Маркировка и пломбирование	89
10.1	Маркировка	89
10.2	Пломбирование	90
11	Транспортировка и хранение	91
12	Упаковка.....	92
	Приложение А1. Схемы подключения преобразователей ЭНИП-2-...-Х1, ЭНИП-2-...-Х3	93
	Приложение А2. Схемы подключения преобразователей ЭНИП-2-...-32.....	97
	Приложение А3. Схемы подключения интерфейсов.....	100
	Приложение Б. ЭНИП-2: протокол связи Modbus.....	104
	Приложение В. ЭНИП-2: протоколы связи ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 и ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004.....	112
	Приложение Г. ЭНИП-2: описание протокола SNMP	130
	Приложение Д. ЭНИП-2: протокол связи МЭК 61850	135
	Приложение Е. Проверка соответствия программного обеспечения	143
	Приложение Ж. Алгоритмы обработки сигналов в ЭНИП-2-...-Х3	145
	Приложение З. Испытания ЭНИП-2-...-Х3 на соответствие IEEE C37.118.1.....	153

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) преобразователей измерительных многофункциональных ЭНИП-2 (далее – ЭНИП-2) предназначено для обеспечения потребителя всеми сведениями, необходимыми для правильной эксплуатации ЭНИП-2. РЭ содержит технические данные, описание работы, указания по использованию, техническому обслуживанию, упаковке, транспортированию и хранению, а также схемы подключения ЭНИП-2 к измерительным цепям, цепям питания, телеуправления, телесигнализации, и цифровым интерфейсам. До начала работы с ЭНИП-2 необходимо ознакомиться с настоящим РЭ.

Целевая группа

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

Сфера действия документа

РЭ распространяет действие на модификации ЭНИП-2 с USB портом и версией прошивки 2.5.0.7, а также ЭНИП-2(РМУ) с прошивкой 1.1.3. Более старые прошивки поддерживают не весь функционал, указанный в данном РЭ.

Изготовитель

ООО "Инженерный центр "Энергосервис", г. Архангельск, 163046, ул. Котласская, 26.

Поддержка

Если у Вас возникли вопросы, обращайтесь пожалуйста в службу технической поддержки:

Сайт: www.enip2.ru

Электронная почта: enip2@ens.ru

Телефон: +7 (8182) 65-75-65



Примечание: Используйте преобразователь ЭНИП-2 только по назначению, как указано в настоящем Руководстве.

Установка и обслуживание преобразователя ЭНИП-2 осуществляется только квалифицированным и обученным персоналом.

Не используйте для очистки или обеззараживания средства за исключением тех, что рекомендуется производителем.

Преобразователь ЭНИП-2 должен быть сохранен от ударов.

Подключайте преобразователь ЭНИП-2 только к источнику питания с напряжением, соответствующим указанному на маркировке.



Внимание! Программное обеспечение постоянно совершенствуется и дополняется новыми функциональными настройками ЭНИП-2. 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:

- АСДУ – автоматизированная система диспетчерского управления;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- КИХ-фильтр – фильтр с конечной импульсной характеристикой;
- КП ТМ – контролируемый пункт телемеханики;
- МК – микроконтроллер;
- ПИ – преобразователь интерфейса;
- ПК – персональный компьютер;
- ПО – программное обеспечение;
- СМНР – система мониторинга переходных режимов;
- СП – сигнальный процессор;
- ССПИ – система сбора и передачи информации;
- ТИ – телеизмерения;
- ТИИ – интегральные телеизмерения;
- ТИТ – текущие телеизмерения;
- ТС – телесигнализация;
- ТУ – технические условия;
- УСВИ – устройство синхронизированных векторных измерений;
- УСД – устройство сбора данных;
- ЭМС – электромагнитная совместимость;
- РЕ – (англ. Protective earth) защитное заземление;
- RTU – (англ. Remote Terminal Unit) – удалённый терминал (сбора данных);
- SCADA – (аббр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition) Диспетчерское управление и сбор данных.

1 Описание устройства

1.1 Назначение

Устройства ЭНИП-2 осуществляют измерение параметров режимов электрических сетей переменного трехфазного тока с номинальной частотой 50 Гц, синхронизированные векторные измерения, выполнение функций телеуправления, телесигнализации и технического учета электроэнергии с обеспечением обмена информацией по гальванически развязанным цифровым интерфейсам RS-485 и/или Ethernet.

ЭНИП-2 предназначены для применения в составе систем сбора и передачи информации трансформаторных подстанций, распределительных пунктов (систем телемеханики), электростанций (АСДУ). ЭНИП-2 позволяют создавать распределенные системы телемеханики, системы технического учета электроэнергии, системы мониторинга качества электрической энергии, системы мониторинга переходных режимов.

ЭНИП-2 обеспечивают передачу информации как напрямую, так и в составе систем телемеханики через сервера телемеханики или устройства сбора данных (контролируемые пункты телемеханики), например, ЭНКС-3м, ЭНКМ-3.

1.2 Модификации и условные обозначения

- **Исполнение ЭНИП-2-...-X1**

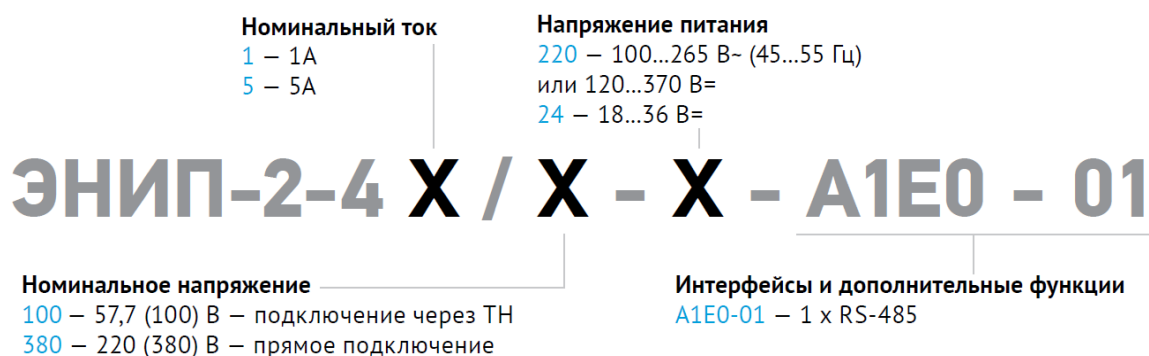
Преобразователь ЭНИП-2 выполнен в литом корпусе из пластмассы, не поддерживающей горение. Предназначен для крепления на DIN-рельс. Для обеспечения пломбирования измерительных цепей предусмотрена возможность установки накладной прозрачной крышки с отверстиями под пломбы.

Модификация «Только измерения»



Рисунок 1.1

Модификация ЭНИП-2-...-A1E0-01: на корпус выведены клеммы для подключения измерительных цепей тока и напряжения, цепей питания, интерфейса USB, а также цифрового интерфейса RS-485. На лицевой панели ЭНИП-2 присутствуют индикатор работы порта RS-485-1, а также индикатор питания.



Модификация «Оптимальный выбор»



4 дискретных входа, 3 дискретных выхода

8 дискретных входов

Рисунок 1.2

Модификация ЭНИП-2-...-A2E0-21 в отличие от предыдущей модификации дополняется клеммами 8 дискретных входов или 4 входов и 3 выходов, а также вторым интерфейсом RS-485 (RS-485-2), который конструктивно выполнен в виде двух разъемов RJ-45: первый разъем с индикаторами обмена по порту (Rx, Tx), второй разъем с контактами питания (=24В) для подключения внешних модулей индикации (допускается подключение через этот разъем одним патч-кордом индикаторов ЭНМИ-3-24-2, ЭНМИ-4-24-2, ЭНМИ-5-24-2). Второй разъем для подключения ЭНМИ имеет индикатор встроенного питания для контроля его наличия.

Номинальный ток

1 – 1А
5 – 5А

Напряжение питания

220 – 100...265 В~ (45...55 Гц)
или 120...370 В=
24 – 18...36 В=

ЭНИП-2-4 X / X - X - A2E0 - X1

Номинальное напряжение

100 – 57,7 (100) В – подключение через ТН
380 – 220 (380) В – прямое подключение

Интерфейсы и дополнительные функции

A2E0-11 – 2 x RS-485, 4 дискретных входа (Wet Contact), 3 дискретных выхода (SSR)
A2E0-21 – 2 x RS-485, 8 дискретных входов (Wet Contact)

Модификация «Расширенные коммуникации»



Рисунок 1.3

Модификация ЭНИП-2-...-А3Е4-21 отличается от предыдущей наличием третьего порта RS-485 (RS-485-3), также интерфейса Ethernet 100Base-T.

Номинальный ток

1 – 1А
5 – 5А

Напряжение питания

220 – 100...265 В~ (45...55 Гц)
или 120...370 В=
24 – 18...36 В=

ЭНИП-2-4 X / X - X - А3Е4 - 21

Номинальное напряжение

100 – 57,7 (100) В – подключение через ТН
380 – 220 (380) В – прямое подключение

Интерфейсы и дополнительные функции

А3Е4-21 – 3 x RS-485, 1 x Ethernet 100Base-T,
8 дискретных входов (Wet Contact)

Модификация «Максимум возможностей»

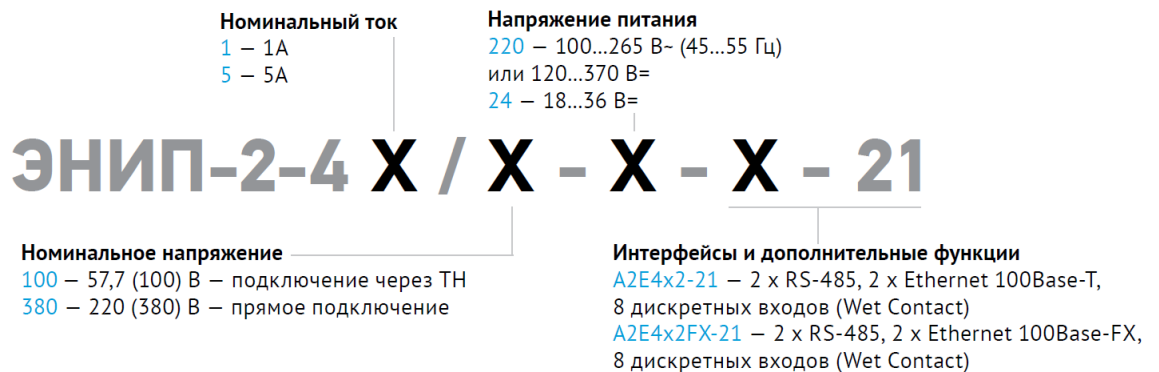


2 порта Ethernet 100Base-T (коммутатор, RSTP, PRP)

2 порта Ethernet 100Base-FX (коммутатор, RSTP, PRP)

Рисунок 1.4

Модификация ЭНИП-2-...-A2E4x2-21 (ЭНИП-2-...-A2E4x2FX-21) отличается наличием двух портов Ethernet, которые работают как встроенный коммутатор с поддержкой RSTP и PRP.



- **Исполнение ЭНИП-2-...-32 «Компакт»**

Преобразователь выполнен в металлическом корпусе, предусматривающем крепление на DIN-рельс (обозначение для заказа: DIN-KP), либо на специальный кронштейн (обозначение для заказа: RM6-KP).

Базовая модификация



Рисунок 1.5

Измерительные преобразователи базовой модификации ЭНИП-2-...-32 имеют 12 дискретных входов, 3 релейных выходов, 2 интерфейса RS-485. Напряжение питания преобразователей 18...36 В=.

Индикаторы L1, L2, L3 на лицевой панели отвечают за работу уставок, настроенных на повышение/понижение напряжения входов L1, L2, L3. Индикатор горит зелёным – уставка включена, мигает зелёным – срабатывание по понижению напряжения, мигает красным – срабатывание по превышению напряжения. Настройка порогов срабатывания осуществляется посредством ПО «ES конфигуратор» в разделе Дискретные сигналы.

Минимальная модификация



Рисунок 1.6

Минимальная модификация отличается от базовой отсутствием входов для измерения напряжением и позволяет измерять ток только по одной фазе.

Схема включения	Номинальный ток	Номинальное напряжение
1 – однофазное подключение	1 – 1 А	0 – без измерительных цепей напряжения
4 – универсальная для трех- и четырехпроводных трехфазных схем	5 – 5 А	100 – 57,7 (100) В – подключение через ТН
		380 – 220 (380) В – прямое подключение

ЭНИП-2-**X X** / **X-24-A2E0-32**

- **Исполнение ЭНИП-2-...-Х3 «PMU»**

Преобразователь ЭНИП-2 выполнен в литом корпусе из пластмассы, не поддерживающей горение.

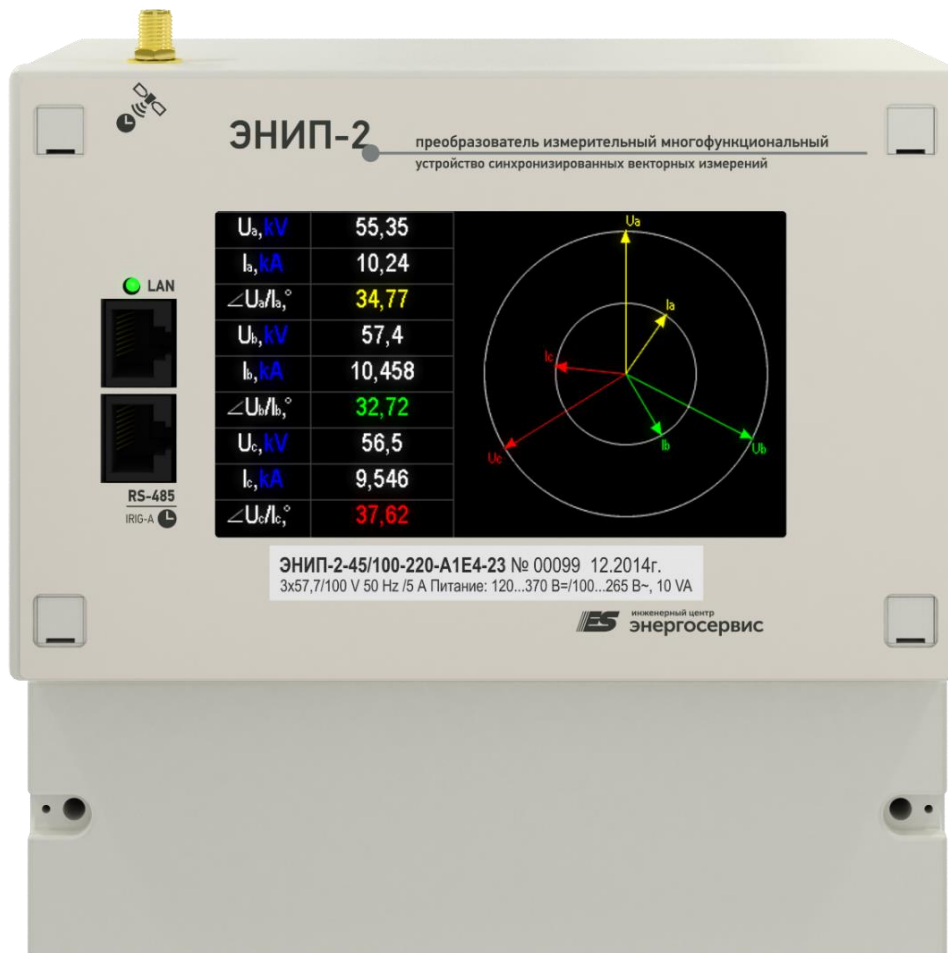
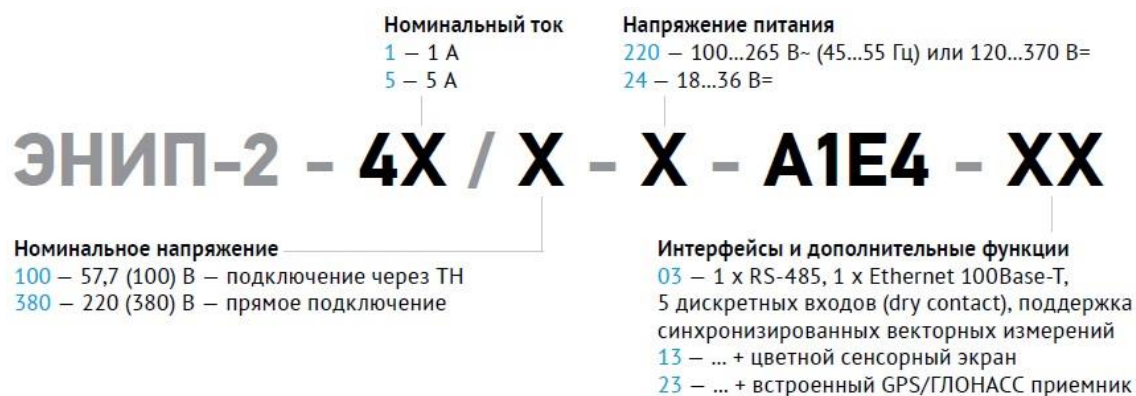


Рисунок 1.7

Измерительные преобразователи модификации ЭНИП-2-...-Х3 могут иметь 5 дискретных входов, 1 порт Ethernet, сенсорную панель.



Пример записи обозначения преобразователя ЭНИП-2:

- 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 одним интерфейсом RS-485, при его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

«Преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2-45/100-220-А1Е0-01 ТУ 4221-892-53329198-07»;

- с номинальным входным током 5 А, номинальным входным напряжением 220(380) В, напряжением питания 18...36 В=, с тремя интерфейсами RS-485, интерфейсом Ethernet, с 8 дискретными входами, при его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

«Преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2-45/380-24-А3Е4-21 ТУ 4221-892-53329198-07».

1.3 Передаваемые параметры

1.3.1 Модификации ЭНИП-2-...-Х1, ЭНИП-2-...-Х2 обеспечивают измерение и передачу по интерфейсам последовательной связи:

- RMS параметров режима электрической сети:
 - среднеквадратические значения переменного тока и напряжения, активной, реактивной и полной мощностей, энергии активной и реактивной в прямом и обратном направлениях;
- параметров режима электрической сети на основе токов и напряжений основной гармоники:
 - действующие значения переменного тока, напряжение, активной, реактивной и полной мощностей;
 - частоты сети;
 - полного и фазных $\cos \varphi$ ($\operatorname{tg} \varphi$; φ);
 - отдельных параметров качества электроэнергии – напряжение нулевой последовательности (U_0), напряжение прямой последовательности (U_1), напряжение обратной последовательности (U_2), коэффициент несимметрии напряжений (K_2U), коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения (KU), ток нулевой последовательности (I_0), ток прямой последовательности (I_1), ток обратной последовательности (I_2), коэффициент несимметрии токов (K_2I), коэффициент искажения синусоидальности кривой тока (KI), коэффициент гармонических искажений (THD).

1.3.2 Модификации ЭНИП-2-...-Х3 позволяют осуществлять синхронизированные векторные измерения напряжений и токов, а также измерение частоты, мощности, коэффициента мощности с привязкой к всемирному координированному времени. Передавать по цифровым интерфейсам:

- действующее значений напряжений и токов (по каждой фазе, для 3х фаз);
- активную, реактивную и полную мощности (пофазно и суммарно);
- частоту и скорость изменения частоты (ROCOF) по трём фазам;
- вектора напряжений и токов (фазных, прямой, обратной и нулевой последовательностей);
- коэффициент активной мощности пофазно.

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

1.3.3 ЭНИП-2 обеспечивают определение состояния встроенных дискретных входов (телесигнализация) с последующей передачей состояний по цифровым интерфейсам. Дополнительно ЭНИП-2-...-Х1, ЭНИП-2-...-Х2 позволяет передавать состояния дискретных входов внешних модулей ввода-вывода ЭНМВ-1-4/3R, ЭНМВ-1-24/0, ЭНМВ-1-16/6, ЭНМВ-1-16/3R, ЭНМВ-2-4/3R.

1.3.4 ЭНИП-2-...-Х1, ЭНИП-2-...-Х2 обеспечивают выдачу управляющих воздействий (телеуправление) через встроенные дискретные выходы по командам, поступающим по цифровым интерфейсам, также имеют возможность выдавать команды телеуправления через внешние модули ввода-вывода ЭНМВ-1-4/3R, ЭНМВ-1-0/3R, ЭНМВ-1-16/6, ЭНМВ-1-16/3R, ЭНМВ-1-0/22, ЭНМВ-2-4/3R.

1.3.5 Схема подключения к измерительным цепям:

- для модификаций ЭНИП-2-...-Х1, ЭНИП-2-...-32 универсальная: трех- или четырехпроводная, задается с помощью программного обеспечения «ES Конфигуратор»;
- для модификации ЭНИП-2-...-Х3 четырехпроводная.

1.3.6 ЭНИП-2 обеспечивают передачу измеряемых и вычисляемых параметров в соответствии с таблицей 1.1 по цифровым интерфейсам RS-485 (до 3 шт.) и Ethernet 100Base-T (до 4 клиентов).

Таблица 1.1

Параметр	Обозначение	3-х проводная схема подключения	4-х проводная схема подключения
Действующее значение фазного напряжения	U_A	-	+
	U_B	-	+
	U_C	-	+
Среднее действующее значение фазного напряжения*	$U_{\text{ср.ф.}}$	-	+
Действующее значение междуфазного напряжения*	U_{AB}	+	+
	U_{BC}	+	+
	U_{CA}	+	+
Среднее действующее значение междуфазного напряжения*	$U_{\text{ср.л.}}$	+	+
Действующее значение фазного тока	I_A	+	+
	I_B	-	+
	I_C	+	+
Среднее действующее значение фазного тока*	$I_{\text{ср}}$	+	+
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	+	+
Активная энергия*	Wh	+	+
Реактивная энергия*	$Varh$	+	+
φ фаза А	$\cos/tg/\varphi_A$	-	+
φ фаза В	$\cos/tg/\varphi_B$	-	+
φ фаза С	$\cos/tg/\varphi_C$	-	+
φ общий*	$\cos/tg/\varphi$	+	+
Напряжение нулевой последовательности	U_0	-	+
Напряжение прямой последовательности	U_1	-	+
Напряжение обратной последовательности	U_2	-	+
Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности $K_{2U} = \frac{U_2^*}{U_1}$	K_{2U}	-	+
Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения $K_U = \frac{\sqrt{U^2 - U_{1h}^2}}{U_{1h}}$ *	K_U	-	+

Параметр	Обозначение	3-х проводная схема подключения	4-х проводная схема подключения
Ток нулевой последовательности	I_0	-	+
Ток прямой последовательности	I_1	-	+
Ток обратной последовательности	I_2	-	+
Активная мощность нулевой последовательности*	P_0	-	+
Реактивная мощность нулевой последовательности*	Q_0	-	+
Коэффициент несимметрии токов по обратной последовательности $K_{21} = \frac{I_2}{I_1}$ *	K_{21}	-	+
Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока $K_I = \frac{\sqrt{I^2 - I_1^2}}{I_1}$ *	K_I	-	+
Коэффициент гармонических искажений $THD = (P - P_1)/P_1$ *	THD	-	+
Примечания: 1. знак «+» или «-» обозначает измеряется или не измеряется данный параметр для указанной схемы подключения; 2. значения токов, напряжений и мощностей также вычисляются и по основной гармонике; 3. под средним действующим значением фазного тока (фазного и междуфазного напряжений) понимается среднеарифметическое значение суммы действующих значений фазных токов (фазных и междуфазных напряжений). 4. символом * отмечены параметры, измеряемые в модификациях ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-X2			

1.3.7 При необходимости для модификаций ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-32 имеется возможность включить функцию отсечения малых значений, в этом случае значения токов и напряжений ниже порога будут передаваться нулевыми.

Таблица 1.2

Параметр	Номинальное значение	Порог при превышении	Порог при снижении
Фазное напряжение	57,7 В	2,5 В	1,25 В
	220 В	10 В	5 В
Линейное напряжение	100 В	4,33 В	2,16 В
	380 В	17,32 В	8,66 В
Ток	1 А	8 мА	4 мА
	5 А	40 мА	20 мА

Когда значение измеряемой величины было 0, ненулевое значение придёт только после того, как измеренное значение превысит значение порога превышения. Когда значение измеряемой величины было не нулевым, 0 придёт только после того, как измеренное значение станет меньше значения порога при снижении.

1.4 Основные технические характеристики

1.4.1 Номинальные значения входных токов и напряжений, измеряемых мощностей приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Исполнение преобразователей ЭНИП-2	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 $S_{н.ф.}$, ВА	мощность суммарная, P_n , Вт Q_n , вар S_n , ВА
ЭНИП-2-41/100...	57,7	100	1	57,7	173,1
ЭНИП-2-45/100...	57,7	100	5	288,5	865,5
ЭНИП-2-41/380...	220	380	1	220	660
ЭНИП-2-45/380...	220	380	5	1100	3300
ЭНИП-2-11/0-...-32	-	-	1	-	-
ЭНИП-2-15/0-...-32	-	-	5	-	-

1.4.2 Номинальное значение измеряемой частоты $f_n = 50$ Гц. Номинальное значение коэффициента активной мощности $\cos \varphi = 1$, коэффициента реактивной мощности $\sin \varphi = 1$.

1.4.3 Рабочие условия применения ЭНИП-2 приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4

№	Параметр	Значение
1.	Температура окружающего воздуха, °С	-40...+70*
2.	Влажность без конденсата	5-95%;
3.	Частота входного сигнала, Гц	50±5
4.	Ток, % от номинального значения	1÷200 (2÷200; 8÷800)**
5.	Входное напряжение, % от номинального значения	5÷150
6.	Коэффициент активной мощности $\cos \varphi$	±(0...1...0)
7.	Коэффициент реактивной мощности $\sin \varphi$	±(0...1...0)
8.	Коэффициент искажения синусоидальности входного напряжения, %	не более 20 (согласно описанию типа) фактически до 100
9.	Коэффициент искажения синусоидальности входного тока, %	не более 20 (согласно описанию типа) фактически до 100
10.	Напряжение питания постоянное, В	=18...36/120...370
11.	Напряжение питания переменное, В	~100...265, 45...55 Гц
12.	Минимальная длительность цикла измерения и опроса, не более, мс	65***
13.	Диапазон высших гармонических составляющих входного сигнала, при которых сохраняются установленные значения метрологических характеристик	от 2 до 19****

Примечания:

* для модификаций с LCD-дисплеем (ЭНИП-2-...-13, ЭНИП-2-...-23) температура окружающего воздуха -10...+70°С;

** назначение диапазонов 2÷200; 8÷800 приведено в п. 2.1 настоящего руководства;

*** длительность цикла зависит от выбранного периода усреднения измеряемых параметров (см. п. 1.4.8);

**** для модификаций ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-32.

1.4.4 Режим работы преобразователей ЭНИП-2 непрерывный. Продолжительность непрерывной работы неограниченная.

1.4.5 Время установления рабочего режима (предварительного прогрева) не более 10 мин.

1.4.6 Нормальные условия применения приведены в таблице 1.5:

Таблица 1.5

Влияющая величина	Нормальное значение (нормальная область значений)	Допускаемое отклонение от нормального значения
Температура окружающего воздуха, °С	20	±5
Относительная влажность воздуха, %	30-80	
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	84-106 (630-795)	
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 %

1.4.7 Допускаемые области основной приведенной погрешности γ_x , относительной погрешности δ_x и абсолютной погрешности ΔX преобразователей ЭНИП-2 по измеряемому или вычисляемому параметру X не превышают значений, указанных в таблице 1.6.

Таблица 1.6

№	Измеряемый параметр*	γ_x , %	нормирующее значение	δ_x , %	ΔX
1.	Действующее значение фазного напряжения	±0,2	$U_{ф.ном}$		
	$0,2U_{ном} \leq U \leq 1,5U_{ном}$			±0,2	
	$0,05U_{ном} \leq U < 0,2U_{ном}$			±0,75	
2.	Действующее значение линейного напряжения	±0,2	$U_{л.ном}$		
	$0,2U_{ном} \leq U \leq 1,5U_{ном}$			±0,2	
	$0,05U_{ном} \leq U < 0,2U_{ном}$			±0,75	
3.	Действующее значение фазного тока	±0,2	$I_{ф.ном}$		
	$0,2I_{ном} \leq I \leq 2I_{ном}$			±0,2	
	$0,05I_{ном} \leq I < 0,2I_{ном}$			±0,75	
	$0,01I_{ном} \leq I < 0,05I_{ном}$			±2,0	
4.	Активная мощность фазы нагрузки	±0,5	$P_{ф.ном}$		
	$0,2I_{ном} \leq I \leq 2I_{ном}, 0,2U_{ном} \leq U \leq 1,5U_{ном}, \cos\omega=1$			±0,5	
5.	Суммарная активная мощность	±0,5	$P_{ном}$		
6.	Реактивная мощность фазы нагрузки	±0,5	$Q_{ф.ном}$		
	$0,2I_{ном} \leq I \leq 2I_{ном}, 0,2U_{ном} \leq U \leq 1,5U_{ном}, \sin\omega=1$			±0,5	
7.	Суммарная реактивная мощность	±0,5	$Q_{ном}$		
8.	Полная мощность фазы нагрузки	±0,5	$S_{ф.ном}$		

№	Измеряемый параметр*	$\gamma_x, \%$	нормирующее значение	$\delta_x, \%$	ΔX
9.	Суммарная полная мощность	$\pm 0,5$	$S_{ном}$		
10.	Частота сети, мГц		-		$\pm 10^{**}$
11.	Коэффициент мощности, отн. ед.	$\pm 0,5$	$\cos\varphi$		
12.	Угол вектора напряжения (для модификации ЭНИП-2-...-Х3), °		-		$\pm 0,1$

Примечания:
* для модификации ЭНИП-2-...-Х3 метрологические характеристики распространяются только на измеряемые значения параметров по основной гармонике;
** для модификации ЭНИП-2-...-Х3 абсолютная погрешность измерения частоты не более ± 1 мГц.

1.4.8 Преобразователи ЭНИП-2 соответствуют требованиям 1.4.7 при нормальных условиях применения, перечисленных в табл. 1.5. Время усреднения измеряемых параметров преобразователей 50 мс (в передаваемых параметрах это так называемые «быстрые измерения»). Дополнительно может быть настроено усреднение на периоде 200 (по умолчанию), 500, 1000, 1500, 2000 мс («усредненные измерения»).

1.4.9 Пределы дополнительной погрешности измерений, вызванных воздействием влияющих величин, приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7

Влияющая величина	Значение влияющей величины	допускаемая дополнительная погрешность		
		$\delta_{x1}, \%$		ΔX_1
		фактически	согласно ОТ	
Температура окружающего воздуха, °C	-40...+70			
измерение токов и напряжений		$\pm 0,1/10^\circ\text{C}$	$\pm 0,2/10^\circ\text{C}$	-
измерение мощности		$\pm 0,1/10^\circ\text{C}$	$\pm 0,4/10^\circ\text{C}$	-
измерение частоты			-	$\pm 0,005/10^\circ\text{C}$
Относительная влажность воздуха, %	5-95	Дополнительная погрешность отсутствует		
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		$\pm 0,1\%$	$\pm 0,2\%$	
измерение мощности		$\pm 0,1\%$	$\pm 0,5\%$	
измерение частоты		-	-	$\pm 0,005$ Гц
Частота сети, Гц	45-55			
измерение токов и напряжений		$\pm 0,2\%/5$ Гц	$\pm 0,8\%/5$ Гц	
Измерение мощности и коэффициента мощности		$\pm 0,5\%/5$ Гц		
Коэффициент мощности $\cos \varphi$ ($\sin \varphi$)	$\pm(0,5 - 1)$			
измерение активной (реактивной) мощности			$\pm 0,4\%$	

1.4.10 Преобразователи ЭНИП-2 соответствуют заявленным характеристикам при изменении напряжения питания в пределах, указанных ниже.

Питание преобразователей ЭНИП-2 осуществляется:

- для исполнений ЭНИП-2-XX/X-220-X-X от сети переменного тока напряжением 100...265 В~, 45...55 Гц или постоянным напряжением 120...370 В=;
- для исполнений ЭНИП-2-XX/X-24-X-X постоянным напряжением 18...36 В=.

Допустимый перерыв в питании с сохранением работоспособности прибора не более 300 мс.

При питании от постоянного источника тока ЭНИП-2 обеспечивает сохранность технических и метрологических характеристик при обратной полярности питания («переполюсовка»).

ЭНИП-2 обеспечивает нормальную работу при произвольном изменении напряжения питания в пределах рабочего диапазона.

Выставление напряжения питания ниже предела рабочего диапазона не приводит к выдаче ложных команд преобразователем ЭНИП-2.

1.4.11 Потребляемая мощность по цепи питания:

- для исполнений ЭНИП-2-...-X1 не более 11 ВА;
- для исполнений ЭНИП-2-...-X1 при питании через ЭНИП-2 модуля индикации не более 19 ВА;
- для исполнений ЭНИП-2-...-32 не более 11 ВА;
- для исполнений ЭНИП-2-...-X3 не более 13 ВА.

1.4.12 Полная мощность, потребляемая каждой последовательной цепью ЭНИП-2 при номинальном значении силы тока и номинальном значении частоты не более 0,1 ВА. Полная мощность, потребляемая каждой параллельной цепью ЭНИП-2 при номинальном значении напряжения и номинальном значении частоты, не более 0,1 ВА. Входное сопротивление цепей напряжения – не менее 4 МОм.

1.4.13 Преобразователи ЭНИП-2 соответствуют требованиям 1.4.7 через 2 мин. после воздействия кратковременных перегрузок, указанных в табл. 1.8.

Таблица 1.8

№	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	-

1.4.14 Требования ЭМС к портам преобразователя ЭНИП-2, регламентированные стандартами ГОСТ Р 51317.6.5-2006 и СТО 56947007-29.240.044-2010, приведены в табл. 1.9.

Таблица 1.9

№	Методы и виды испытаний	Величины воздействий на порты преобразователя ЭНИП-2							
		= 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 $0,2U_{\text{НОМ}}$ - провалы напряжения на $0,3U_{\text{НОМ}}$ - провалы напряжения на $0,6U_{\text{НОМ}}$ - прерывания напряжения - прерывания напряжения - выбросы напряжения на $0,2U_{\text{НОМ}}$	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 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	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	-	-
Соотв. А									
4	ГОСТ Р 51317.4.5-99 Микросекундные импульсные помехи большой энергии «Провод-провод» «Провод-земля»	4,0 кВ 4,0 кВ	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)	-	-
Соотв. А									
5	ГОСТ Р 30804.4.4-2013 Наносекундные импульсные помехи	4,0 кВ	4,0 кВ	4,0 кВ (К)	4,0 кВ (К)	4,0 кВ (Э)	4,0 кВ (Э)	-	4,0 кВ (К)
Соотв. А									
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	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)	-	-
Соотв. А									
7	ГОСТ Р 51317.4.6-99 Кондуктивные помехи в диапазоне от 0,15 до 80 МГц	10 В	10 В	10 В (К)	10 В (К)	10 В (Э)	10 В (Э)	-	10 В
Соотв. А									
8	ГОСТ Р 51317.4.14-2000 Колебания напряжения в сети электропитания перем. тока	-	± 20 % Соотв. А	-	-	-	-	-	-
9	ГОСТ Р 51317.4.28-2000 Изменение частоты сети электропитания перем. тока	-	± 15 % 1 с Соотв. А	-	-	-	-	-	-
10	ГОСТ 30804.4.13-2013 Искажение синусоидальности напряжения электропит-я	-	Класс 3 ± 25 % Соотв. А	-	-	-	-	-	-

№	Методы и виды испытаний	Величины воздействий на порты преобразователя ЭНИП-2							
		= 220 В	~ 220 В	DO, DI	AI	RS-485	Ethernet	Корпус	Заземл
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<0,65 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 трех 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									

1.4.15 Сопротивление изоляции между каждой независимой цепью (гальванически не связанной с другими цепями) и корпусом, соединенным со всеми остальными независимыми цепями, преобразователя ЭНИП-2 более 100 МОм при напряжении постоянного тока 500 В.

1.4.16 Электрическая прочность изоляции преобразователя ЭНИП-2 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.

1.4.17 Преобразователь ЭНИП-2 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.

1.4.18 Преобразователь ЭНИП-2 сейсмостойкий при установке на конструкции при воздействии землетрясения интенсивностью не более 6 баллов по MSK-64.

1.4.19 Максимальная высота над уровнем моря для эксплуатации преобразователей ЭНИП-2 – 3500 метров.

1.4.20 Норма средней наработки на отказ преобразователей ЭНИП-2 в нормальных условиях применения составляет 100000 ч.

1.4.21 Полный средний срок службы преобразователей ЭНИП-2 составляет 20 лет. Среднее время восстановления работоспособного состояния преобразователей ЭНИП-2 не более 1 ч.

1.4.22 ЭНИП-2 соответствуют требованиям ТУ 4221-892-53329198-07, комплекту конструкторской документации согласно ЭНИП.411187.001 (сертификат соответствия № РОСС RU.МЕ48.Н02758 от 22.07.2013 г., зарегистрирован органом по сертификации приборостроительной продукции ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева», аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21М013).

1.4.23 ЭНИП-2 соответствуют требованиям ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования, ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств» (декларация о соответствии ТС №RU Д-RU.AB45.B.55191 от 07.04.2015 г.).

1.4.24 Преобразователи ЭНИП-2 зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений за № 56174-14. Свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.C.34.001.A №53757 от 17.01.2014 г.

1.4.25 По требованиям безопасности преобразователи ЭНИП-2 соответствуют ГОСТ 12.2.091-2012, степень защиты IP40 для модификаций ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-X3 и IP20 для модификации ЭНИП-2-...-32 по ГОСТ 14254-96. Преобразователи ЭНИП-2 должны устанавливаться в шкафах телемеханики: в шкафах со степенью защиты до IP54 - без дополнительной вентиляции, в шкафах со степенью защиты после IP54 – с дополнительной вентиляцией.

1.4.26 ЭНИП-2 являются многофункциональными, восстанавливаемыми, ремонтируемыми изделиями и предназначены для круглосуточной эксплуатации в стационарных условиях в производственных помещениях.

1.4.27 Межповерочный интервал – 8 лет.

1.4.28 Дискретные входы (телесигнализация)

Общими для всех преобразователей являются следующие характеристики дискретных входов:

- дискретные сигналы подаются на дискретный вход ЭНИП-2 напрямую, без использования дополнительных преобразователей;
- дискретные входы срабатывают только при подаче дискретного сигнала прямой полярности. При подаче дискретного сигнала обратной полярности срабатывания дискретного входа и его повреждения не происходит;
- униполярность дискретного входа предотвращает переключение дискретного входа при замыканиях на землю отрицательного полюса сети оперативного постоянного тока;
- клеммы дискретных входов защищены от случайного закорачивания;
- цепи телесигнализации разделены от частей изделия, доступных для пользователя;
- по умолчанию дискретные входы настроены на защиту от помех длительностью менее 15 мс, вызванных дребезгом контактов (для выполнения данного условия дискретные входы сконфигурированы следующим образом: период выборки 5 мс, количество выборок 3).

ЭНИП-2 (исполнение ЭНИП-2-...-X1) для ввода состояний дискретных сигналов имеет 4 или 8 дискретных входов (обозначаются на шильдике как DI), также доступна модификация без дискретных входов;

Характеристики дискретных входов:

- тип входных сигналов: потенциальные (Wet Contact), диапазон входного напряжения - 20...250 В постоянного или 200...250 переменного тока (не рекомендуется применять для ввода DI напряжение переменного тока); максимальный ток - 2 мА.
- защита от дребезга контактов: настраиваемая с выбором типа питания (постоянное или переменное), определением периода выборки (1...255 мс) и количества выборок (1...10) для точной фильтрации ложных срабатываний.



Для подстанций единой национальной электрической сети (ЕНЭС) рекомендуется использовать исполнение ЭНИП-2-...-Х1 с адаптированными дискретными входами. Порог срабатывания адаптированных дискретных входов от 160 В постоянного тока или настраиваемый в диапазоне 113...250 В переменного тока. Сопротивление входных цепей 60 кОм.

Для ПС территориального распределительного комплекса рекомендуется использовать стандартное исполнение ЭНИП-2-...-Х1 с порогом срабатывания дискретных входов от 18 В постоянного тока.

ЭНИП-2 (исполнение ЭНИП-2-...-32) для ввода состояний дискретных сигналов имеет 12 дискретных входов;

Характеристики дискретных входов:

- тип входных сигналов: потенциальные (Wet Contact), диапазон входного напряжения - 18...36 В= постоянного тока; максимальный ток – 5 мА. По заказу дискретные входы могут быть выполнены для других диапазонов входного напряжения (12 В, 110 В, 220 В) переменного или постоянного тока.
- защита от дребезга контактов: настраиваемая с выбором типа питания (постоянное или переменное), определением периода выборки (1...255 мс) и количества выборок (1...10) для точной фильтрации ложных срабатываний.

ЭНИП-2 (исполнение ЭНИП-2-...-Х3) для ввода состояний дискретных сигналов имеет 5 дискретных входов;

Характеристики дискретных входов:

- тип входных сигналов: Dry Contact, диапазон входного напряжения - 18...36 В= постоянного тока; максимальный ток – 5 мА.

1.4.29 Часы

Преобразователи ЭНИП-2 оснащены часами реального времени. Наличие часов позволяет присваивать метки единого астрономического времени записям в журналах преобразователя и передавать телепараметры посредством стандартных протоколов с метками времени. Для протоколов МЭК 60870-5-101/104 это специальные типы с 3-х байтной, либо 7-и байтной меткой времени, для Modbus это отдельный регистр со значением текущего времени на момент запроса, для МЭК 61850-8-1 это определенные наборы передаваемых параметров, в которые включена метка времени.

Точность часов ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-X2 при синхронизации от внешнего источника составляет 500 мкс, точность присвоения метки времени 1 мс. Для модификации ЭНИП-2-...-X3 точность часов и присвоения метки времени при синхронизации от внешнего источника по IRIG-A составляет 1 мкс, при синхронизации от внутреннего источника GPS/ГЛОНАСС - 200 нс.

Для контроля синхронизации времени имеется возможность задать время актуальности. При отсутствии синхронизации в течении этого времени метки времени будут передаваться с битом недоверности.

Настройка прибора позволяет производить синхронизацию часов прибора, либо по времени UTC (Всемирное координированное время), либо по локальному времени.

Для протоколов МЭК 60870-5-101/104 можно настроить тип передаваемой метки времени: либо UTC, либо локальное время.

Все настройки осуществляются посредством ПО «ES Configurator» в разделе Часы.

1.4.30 Журналы

Преобразователи ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-X2 сохраняют во встроенной энергонезависимой памяти различные журналы:

- Журнал событий (до 40 событий: включение/выключение питания, сброс, обновление микропрограммы, неисправность);
- Журнал дискретных сигналов (до 32 типов различных параметров):
 - **ЭНИП-2-...-X1** - до 200 записей: изменение состояний дискретных входов и выходов ЭНИП-2, дискретных входов и выходов внешних модулей ЭНМВ, срабатывание уставок на настроенные параметры в ЭНИП-2 и уставок в блоке ЭНМВ-2-4/3R;
 - **ЭНИП-2-...-32** - до 200 записей: изменение состояний дискретных входов и выходов, срабатывание уставок на настроенные параметры в ЭНИП-2.

- Содержимое журналов ЭНИП-2 доступно для скачивания в виде файлов по протоколам обмена ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 (только для **ЭНИП-2-...-X1**).

Преобразователи ЭНИП-2-...-X3 сохраняют во встроенной энергонезависимой памяти журнал событий (включение/выключение питания, сброс, обновление микропрограммы, неисправность). Содержимое журнала доступно для скачивания в виде файлов по протоколу обмена ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004.

1.4.31 Измерение энергии

ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-X2 вычисляет электрическую энергию в 4 квадрантах и сохраняет накопленные значения энергии (активная потребленная, активная отпущенная, реактивная потребленная, реактивная отпущенная) в энергонезависимой памяти.

Максимальное значение накапливаемой энергии составляет 99999999,9 Вт·ч (ВАр·ч). После достижения этого значения происходит сброс счетчиков в ноль и начинается накопление заново.

Точность измерения энергии не декларируется в описании типа ЭНИП-2 (прибор не является счетчиком электроэнергии), однако фактически ЭНИП-2 соответствует классу точности 0,2S (относительная погрешность измерения энергии при $0,01 I_{ном}$ составляет 0,35%, при $I_{ном}$ – 0,001%).

1.5 Габаритные размеры

- **ЭНИП-2-...-X1**

Габаритные размеры преобразователя ЭНИП-2-...-X1 приведены на рисунке 1.8.

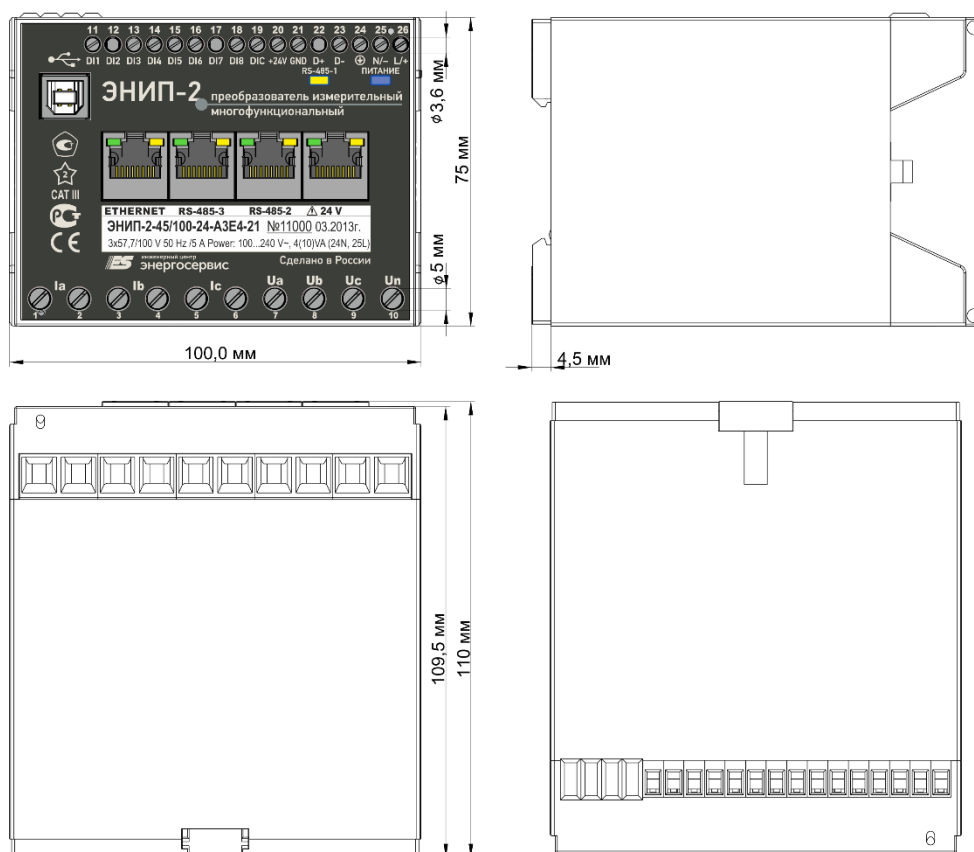


Рисунок 1.8. Габаритные размеры преобразователя ЭНИП-2-...-Х1 (лицевая панель модификации ЭНИП-2-45/100-24-А3Е4-21)

- **ЭНИП-2-...-32**

Габаритные размеры преобразователя ЭНИП-2-...-32 с креплением DIN-КР приведены на рисунке 1.9.

Крепление DIN-КР монтируется на корпусе преобразователя ЭНИП-2-...-32 с помощью двух винтов М3х5 мм (потай).

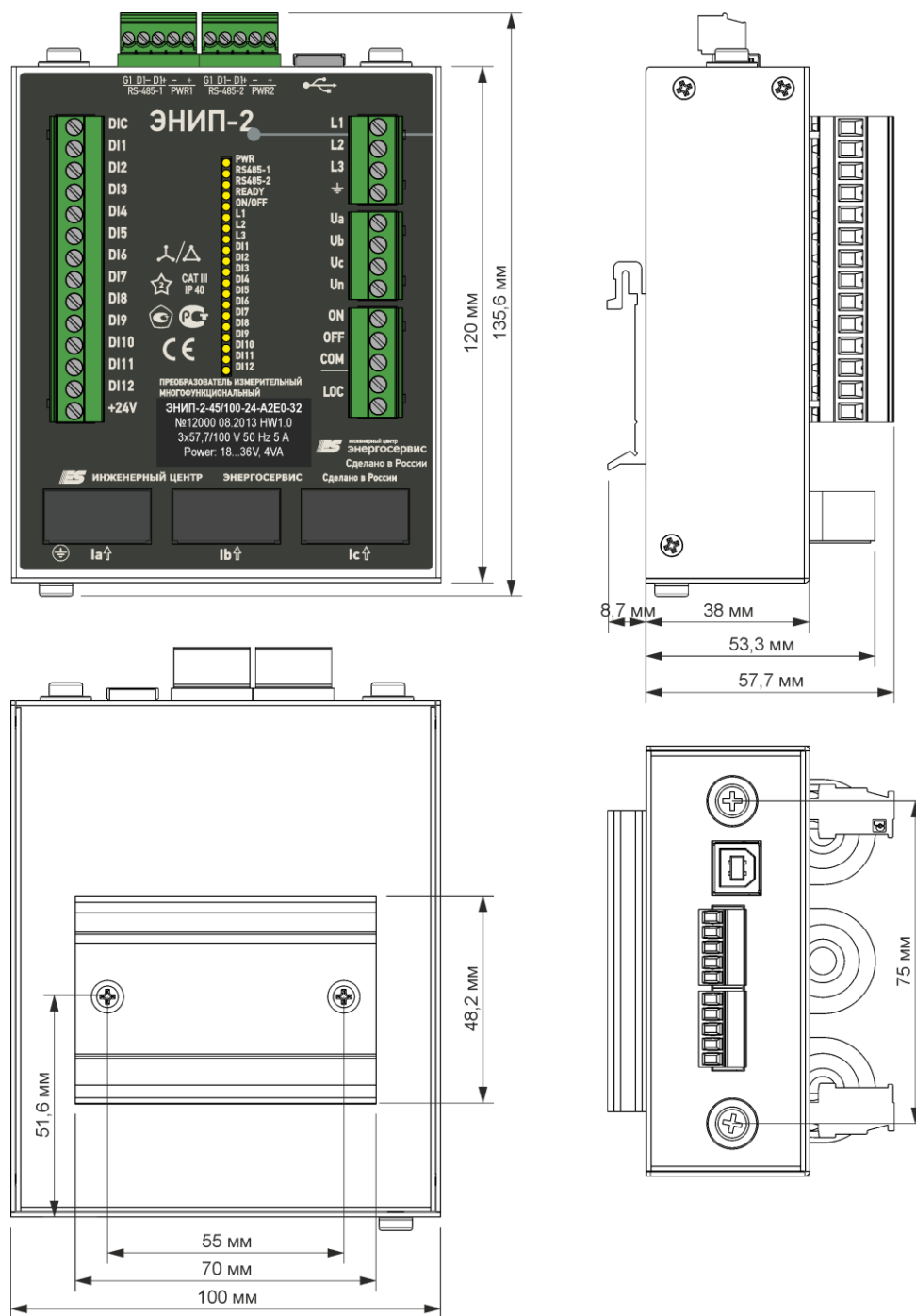


Рисунок 1.9. Габаритные размеры преобразователя ЭНИП-2-...-32 (лицевая панель модификации ЭНИП-2-45/100-24-A2E0-32)

В комплект поставки преобразователя ЭНИП-2-...-32 может входить специальный металлический кронштейн RM6-КР, предназначенный для установки преобразователя в КРУЭ RM6 (Schneider Electric).

Преобразователь ЭНИП-2-...-32 закрепляется на кронштейне с помощью 3 винтов M4x6 мм (п/сф), как показано на рисунке 1.10.

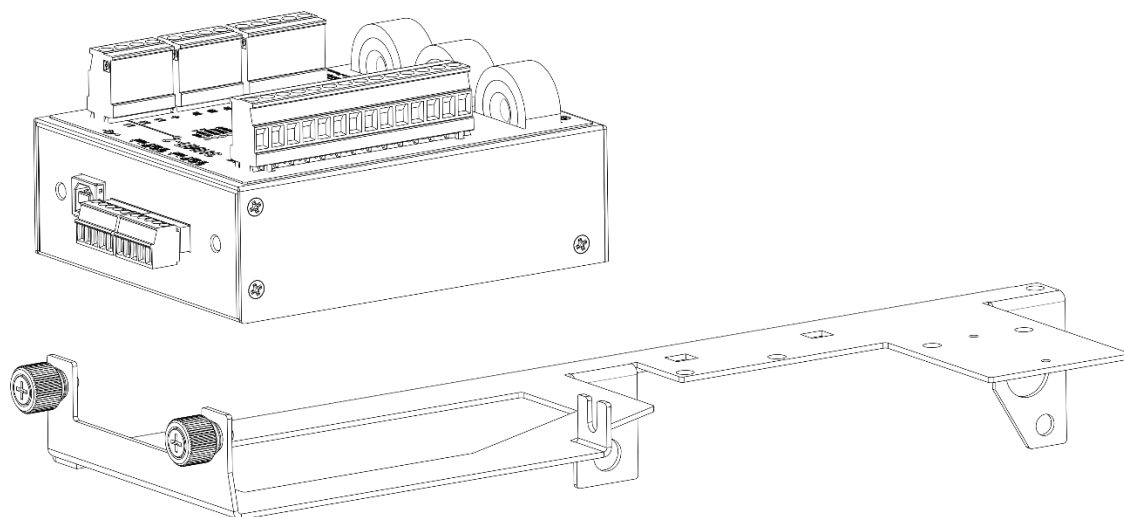


Рисунок 1.10. Способ установки преобразователя ЭНИП-2-...-32 на кронштейн RM6-KP

Габаритные размеры кронштейна RM6-KP представлены на рисунке 1.11.

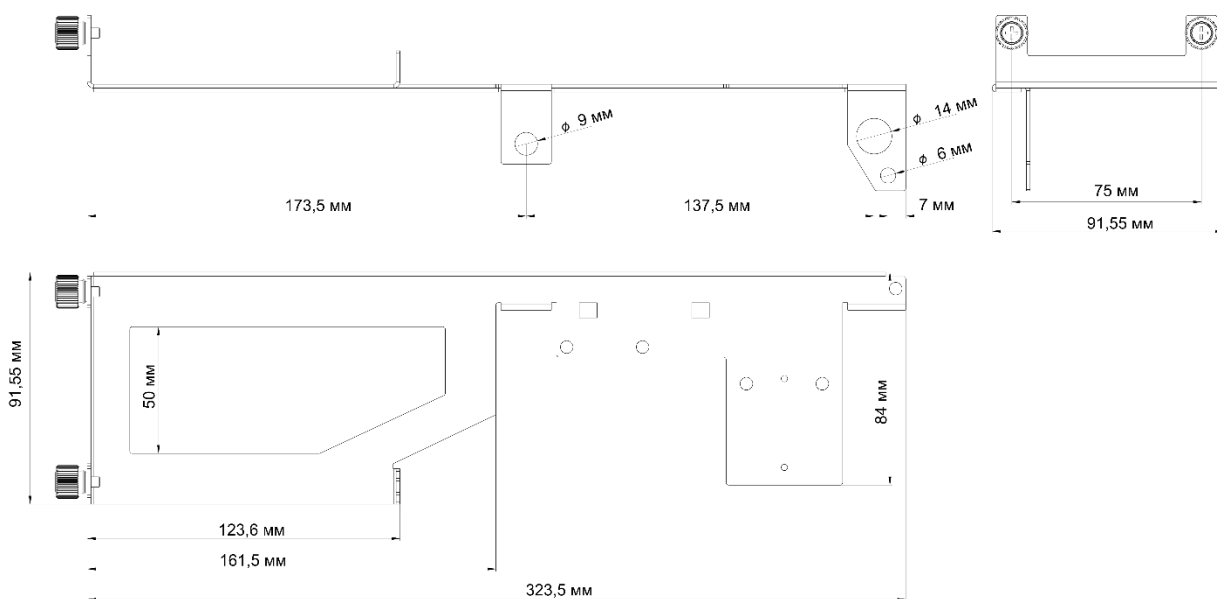


Рисунок 1.11. Габаритные размеры кронштейна RM6-KP

- **ЭНИП-2-...-X3**

Габаритные размеры преобразователя ЭНИП-2-...-X3 приведены на рисунке 1.12.

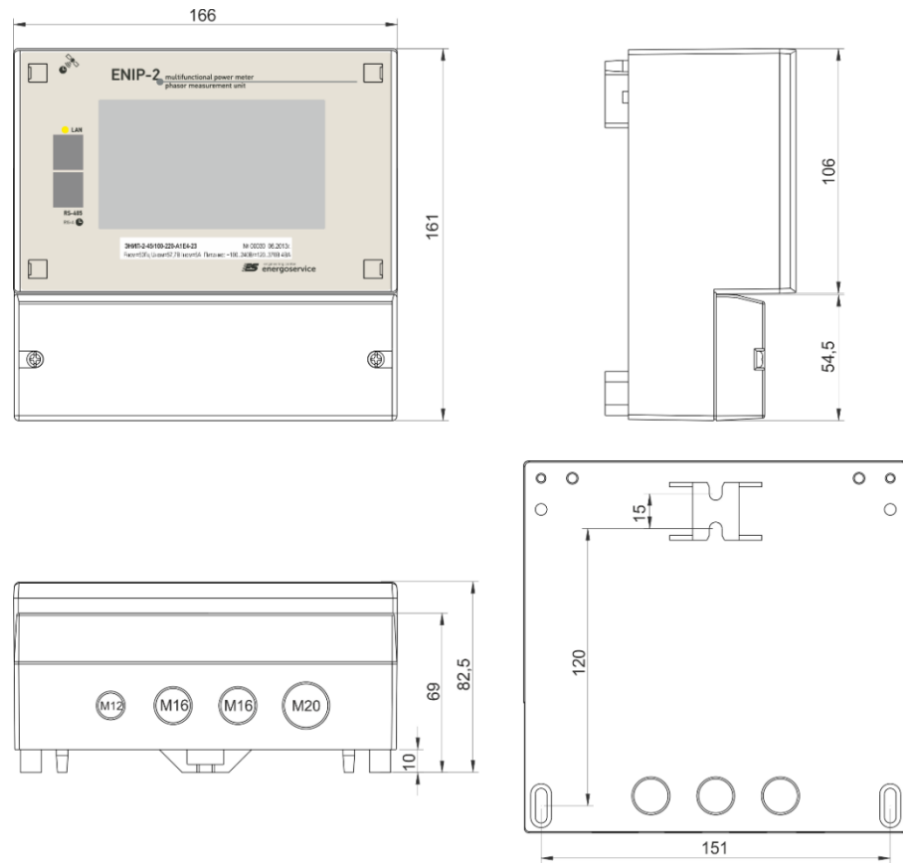


Рисунок 1.12. Габаритные размеры преобразователя ЭНИП-2-...-Х3 (лицевая панель модификации ЭНИП-2-45/100-220-А1Е4-23)

2 Устройство и принципы работы

2.1 Основные сведения (на примере ЭНИП-2-...-Х1)

Входные токи и напряжения через схемы согласования поступают на вход АЦП, который производит аналого-цифровое преобразование мгновенных значений измеряемых сигналов (40 выборок за каждый период (20мс) промышленной частоты 50Гц) и передает данные на микроконтроллер (МК).

МК обеспечивает:

- вычисление параметров электрической сети (время обработки цифровыми фильтрами 40-50мс, фильтры работают «скользящим окном») – «быстрых» измерений;
- усреднение измеренных и вычисленных параметров (период усреднения выбирается при настройке из ряда 200/500/1000/1500/2000 мс, усреднение осуществляется «скользящим окном»);
- обработку состояний собственных и внешних дискретных входов/выходов;
- обмен данными с внешними системами по протоколам ГОСТ Р МЭК-870-5-1-95 (FT3), Modbus RTU, Modbus TCP, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, SNMP, SNMP, МЭК 61850-8.1 (для передачи измеренных и вычисленных параметров МК обновляет регистры этих параметров каждые 20 мс).

С помощью преобразователей интерфейсов ПИ1, ПИ2, ПИ3 реализованы гальванически развязанные интерфейсы RS-485. Встроенные возможности МК обеспечивают функционирование Ethernet порта. На базе МК реализована поддержка часов реального времени. Также имеется сторожевой таймер.

Серийный номер, служебная информация и калибровочные коэффициенты, устанавливаемые при заводской настройке, хранятся в энергонезависимой памяти. Настройки пользователя (конфигурация ЭНИП-2) также сохраняются в энергонезависимой области памяти.

Структурная схема преобразователя ЭНИП-2 приведена на рисунке 2.1.

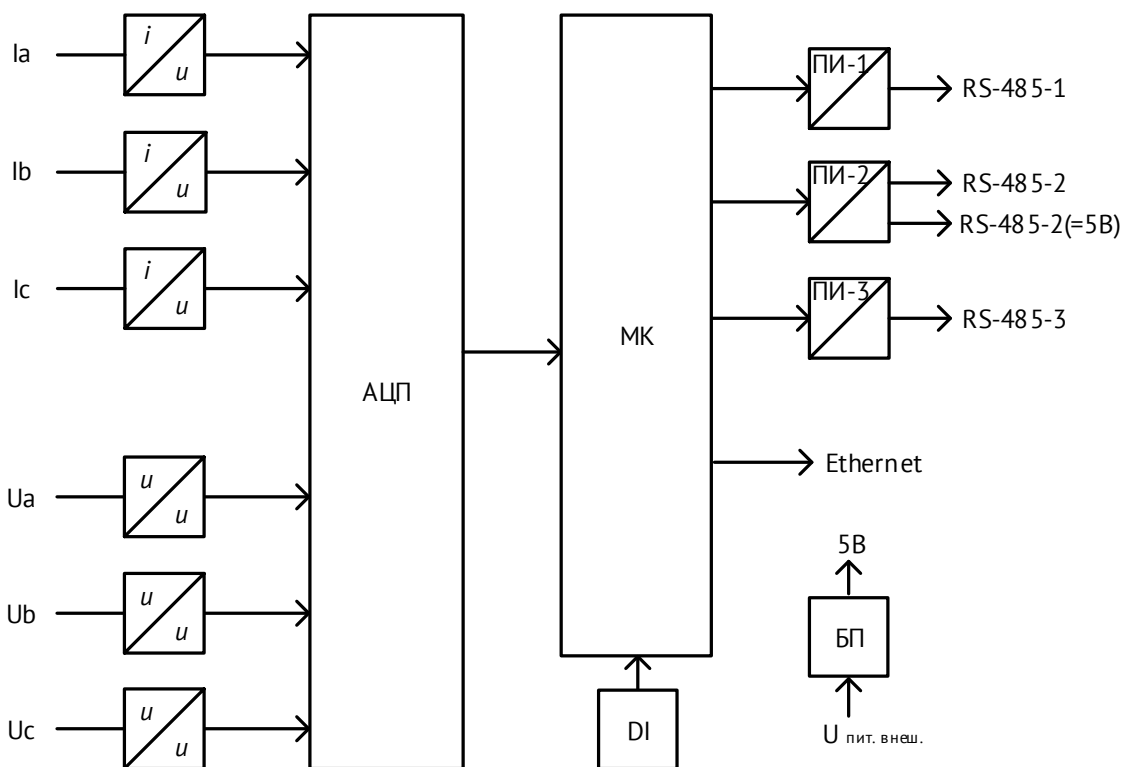


Рисунок 2.1. Структурная схема преобразователя ЭНИП-2-...-А3Е4-21

Для передачи так называемых «синхронизированных» измерений в ЭНИП-2 реализована возможность фиксации измеренных параметров на срезах астрономической секунды, двух секунд или любого другого периода времени, кратного 1 секунде. Фиксация применена для передачи данных через порт Ethernet. С помощью ПО «ES Конфигуратор» на том или ином порту/сокетe можно определить, какие именно данные необходимо передавать – фиксированные или обычные. Также осуществляется выбор типа передаваемых значений – масштабированных величин (integer) или значений с плавающей запятой (float).

Для привязки всех измерений к меткам единого астрономического времени ЭНИП-2 оснащен часами, поддерживающими синхронизацию от различных источников:

- По протоколу ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95 (FT3) от внешнего модуля – блока коррекции времени (БКВ) ЭНКС-2. Точность отсчета времени часов при этом составляет не хуже 0,5 мс. При отсутствии синхронизации часов ЭНИП-2 от внешнего источника уход времени не превышает 5 с в сутки;
- По протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 (RS-485);
- По протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 (Ethernet);
- По протоколу SNTP (Ethernet).

Период обновления «быстрых» и «усредненных» измерений в регистрах ЭНИП-2 составляет 20 мс.

В таблице 2.1 приведены данные для расчета времени доставки значений измеряемых параметров и регистров ТС.

Таблица 2.1

Протокол, запрашиваемые параметры	Время доставки, мс		
	Скорость, бит/сек		
	9600	19200	38400
<i>ГОСТ Р МЭК-870-5-1-95 (FT3)*</i>			
стандартный набор: $U_a, U_b, U_c, I_a, I_b, I_c, P_a, P_b, P_c, Q_a, Q_b, Q_c$, Энергия (по 4 квадрантам), f , состояние ТС, ТУ	94	48	25
расширенный набор: все параметры стандартного набора + $\Phi_A, \Phi_B, \Phi_C, \Phi_{cp}, U_{ab}, U_{bc}, U_{ca}, U_{1cp}, U_{r\ cp}, U_{r\ lin\ cp}, I_{r\ cp}, S_{1a}, S_{1b}, S_{1c}, S_{1cp}, S_{ra}, S_{rb}, S_{rc}, S_{r\ cp}, P_{1cp}, P_{r\ cp}, Q_{1cp}, Q_{r\ cp}$	198	101	53
время отправки команды фиксации значений (отправляется один раз в независимости от количества преобразователей)	19	10	5
<i>Modbus RTU**</i>			
20 регистров	61	33	20
50 регистров	123	64	35

* Конечное время запроса рассчитывается следующим образом: $t = t_{fix} + n * t_{param}$, где

t – общее время доставки значений;

t_{fix} – время отправки команды фиксации значений;

n – количество опрашиваемых устройств;

t_{param} – время доставки значений для одного преобразователя (стандартный или расширенный набор).

** Протокол Modbus RTU подразумевает запрос количества регистров (параметров), таким образом время доставки зависит от количества параметров. В таблице указаны данные лишь для некоторых вариантов, при этом считаем, что номера регистров идут по порядку.

Если для опроса ЭНИП-2 используется протокол МЭК 60870-5-101, то следует говорить не о цикле опроса или фиксированном времени доставки, а о времени доставки конкретного набора изменившихся параметров, а также о времени выполнения команды общего запроса (команда 100). Для точного расчета требуется принимать во внимание количество принимаемых параметров, их апертуры, форматы передаваемых значений (INTEGER или FLOAT, с меткой времени или без). В любом случае использование МЭК 60870-5-101 для передачи телеметрии является предпочтительным и рекомендованным.

Пример: ЭНИП-2 с поддержкой ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 при скорости опроса 19200 бод и опросе по одной магистрали 32 преобразователей обеспечивает выдачу спорадически изменившегося значения телеизмерения с меткой времени 7 байт за время 0,14...0,17с после соответствующего изменения параметра.

Для различных схем подключения к измерительным цепям может быть применен один и тот же тип ЭНИП-2. Выбор используемой схемы подключения осуществляется в ПО ES Конфигуратор в настройке «Схема подключения» (3-проводная или 4-проводная).

Для модификаций ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-X2 предоставляется возможность настройки диапазона измерения тока. На выбор предлагается использовать настройку по умолчанию – диапазон измерения 1...200% от I_n , использовать более узкий диапазон измерения 2...200% от I_n или расширенный диапазон 8...800% от I_n

Диапазон 1...200% от I_n обеспечивает измерение тока с погрешностью, не превышающей указанной в таблице 1.5. Для обеспечения заданной точности измерительная область разбита на 2 диапазона. Граница между диапазонами установлена:

3,5 А для модификаций с $I_n = 5$ А;

0,7 А для модификаций с $I_n = 1$ А.

В связи с этим при переходе с одного диапазона на другой возможны задержки в выдаче результатов измерений на 200 мс, связанные с перенастройкой АЦП и цифровых фильтров микроконтроллера.

В отдельных случаях использования ЭНИП-2 необходимо обеспечивать измерения с высокой интенсивностью передачи результатов, например, в системах регулирования АСУ ТП. Для таких задач введен диапазон 2...200% от I_n . В данном режиме ЭНИП-2 выполняет измерения тока без деления измерительной области на 2 диапазона. В следствие этого нет задержек при выдаче результатов измерений от АЦП и цифровых фильтров микроконтроллера, однако сужается измерительный диапазон (не от 1%, а начиная с 2% от I_n). Для регистрации токов аварийного режима используется диапазон 8...800% от I_n , в этом режиме для малых значений тока точность прибора может резко отличаться от заявленной в таблице 1.5.

Диапазоны измерения 2...200% и 8...800% от I_n - не являются рекомендованными в большинстве случаев применения ЭНИП-2.

2.2 Дискретные выходы

ЭНИП-2-...-21 (выпускаемый с июля 2012 года) обеспечивает управление коммутационными аппаратами или механизмами через внешние модули ввода/вывода, подключаемые через разъем RS-485-2:

- ЭНМВ-1-0/3R, ЭНМВ-1-4/3R, ЭНМВ-2-4/3R, обеспечивающие выдачу команд: включить, отключить, блокировка;
- на порт RS-485-2 может быть подключено по магистральной схеме до 4 модулей ЭНМВ-1 или 1 модуль ЭНМВ-2-4/3R.

Модули ввода-вывода имеют встроенные реле и позволяют подключать цепи телеуправления непосредственно в схему управления коммутируемого оборудования. Состояние встроенных реле контролируется микроконтроллером, обеспечивая защиту

от ложных срабатываний и подачи команд телеуправления в неподготовленные цепи управления.

Характеристики выходных цепей модулей ввода-вывода ЭНМВ-1-0/3R, ЭНМВ-1-4/3R, ЭНМВ-2-4/3R:

- максимальное входное напряжение постоянного тока 370 В,
- максимальное входное напряжение переменного тока 250 В;
- максимальный выходной ток – 7 А~ (0,1 А=), допустимый пиковый ток 15 А~.

Более подробную спецификацию модификаций ЭНМВ-1 см. в [ЭНМВ.423000.001 РЭ](#).

Информационный обмен между ЭНИП-2 и модулями ввода-вывода осуществляется в протоколе Modbus RTU. Для наилучшего быстродействия рекомендуется устанавливать максимальную скорость на порту: 115200 бод (57600 при использовании ЭНМИ). Состояние выходов модулей ввода-вывода фиксируется в журнале дискретных сигналов ЭНИП-2 с фиксацией метки времени события.

ЭНИП-2-...-11 обеспечивает управление коммутационными аппаратами или механизмами через внешние модули, подключаемые через разъем RS-485-2 (аналогично ЭНИП-2-...-21, количество внешних модулей до 4) и/или встроенные дискретные выходы, реализованные на базе электронных ключей.

Количество выходов – 3 шт.: DO1 - включение, DO2 - отключение, DO3 - контроль (срабатывает одновременно с включением или отключением);

Параметры встроенных дискретных выходов:

- максимальное входное напряжение постоянного тока – 300 В,
- максимальное входное напряжение переменного тока - 250 В;
- максимальный выходной ток - 100 мА;
- постоянная времени – 0,002 с;
- коммутационная износостойкость – не менее 10 000 циклов.

Гальваническое разделение встроенных дискретных выходов устройства с внешними цепями осуществляется с помощью электронных ключей.

Если необходимо управлять токовой нагрузкой больше 100 мА, нужно использовать промежуточные реле.

ЭНИП-2-...-32 обеспечивает управление коммутационными аппаратами или механизмами через внешние модули, подключаемые через разъем RS-485-2 (аналогично ЭНИП-2-...-21, количество внешних модулей до 4) и/или встроенные дискретные выходы реализованные на базе комбинации электромеханических реле и силовых электронных ключей.

Количество выходов – 3 шт.: ON - включение, OFF - отключение, BLC – блокировка АПВ/фиксация положения;

Параметры встроенных дискретных выходов (телеуправление):

- максимальное входное напряжение постоянного/переменного тока – 250 В,
- максимальный выходной постоянный ток:
 - импульс 200 мс – 9 А;
 - импульс 2 с - 6 А;
 - импульс 5 с - 5 А;
 - постоянный выход 1,3 А.
- постоянная времени – 0,02 с;
- коммутационная износостойкость – не менее 10 000 циклов.

Дискретные выходы выполнены на базе последовательной цепи из электромеханического реле и силового электронного ключа. Это позволяет обеспечить надежность выполнения команд телеуправления, исключить ложное срабатывание, а также обеспечить коммутацию постоянного тока.

Схема соединения реле и ключей указана представлена ниже. Коммутация происходит в два этапа: при включении сначала включается реле (подготовка цепи ТУ – выбор команды – ON или OFF), затем срабатывает электронный ключ (срабатывание), при размыкании все происходит в обратном порядке – электронный ключ первым разрывает ток, затем цепь размыкается реле. Цепь BLC работает аналогично. Срабатывание BLC происходит одновременно с выполнением команды OFF.



ЭНИП-2 поддерживает выполнение команд ТУ Single command (<45>), Double command (<46>) в рамках протоколов ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004.

С версии прошивки 2.4.0.7 телеуправление в рамках протоколов ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 может выполняться двумя способами:

- непосредственное выполнение команды (адрес команды ТУ равен адресу DIO связанного с ТУ в адресации протокола);
- в соответствии с моделью коммутационного аппарата (КА).

Второй способ подразумевает предварительное описание КА (обозначение в конфигураторе - XCBR1, XSWI1, XSWI2, XSWI3): привязать к моделям КА дискретные сигналы, связанные с их положением, сигналы отвечающие за блокировку управления, сигнал, описывающие состояние местное/дистанционное; привязать дискретные выходы к командам управления (CSWI1, CSWI2, CSWI3, CSWI4), назначить время удержания контактов, ожидаемое время выполнения команд, а также выделенный адрес телеуправления.

Таким образом, для управления можно подавать команду ТУ, используя разные адреса: адрес, связанный с управлением по модели либо адреса, настроенные в протоколах обмена и не связанные с моделью управления КА.

При передаче команды на модель КА:

Проверяется текущее положение КА. Если оно не является корректным (корректное: вкл 1/0, откл 0/1, некорректное: 11 или 00) или КА в состоянии заблокирован (сигналом местное/дистанционное или блокировкой на соответствующую команду ВКЛ или ОТКЛ), то команда ТУ не выполняется. Если команда ТУ не соответствует положению КА (подается «Включить» на включенный КА), то команда также не выполняется.

При выдаче команды ожидается изменение положения КА в течение заданного времени ожидания. Если этого не происходит – формируется квитанция об ошибке в соответствии с протоколом обмена.

2.3 Дискретные входы



Примечание: Для модификации ЭНИП-2-...-X1 максимальное количество объектов телесигнализации, формируемых одним преобразователем ЭНИП-2 составляет 32 сигнала (в это число входят уставки, состояния дискретных выходов, настраиваемая логика, дискретные входы и выходы модулей расширения).

Для обработки дискретных сигналов и выполнения функций телесигнализации ЭНИП-2 оснащен дискретными входами (обозначение на шильдике «DI»). Количество входов зависит от модификации преобразователя ЭНИП-2 и может быть равным 0, 4, 5, 8, 12. При изменении состояний любого дискретного входа события регистрируются, присваивается метка времени и зафиксированное состояние готово для передачи по портам RS-485, Ethernet. Точность присвоения метки времени - 1 мс (на напряжении постоянного тока, для переменного тока – 20мс).

Распределение дискретных входов по клеммам ЭНИП-2:

- для исполнения ЭНИП-2-...-11 (Wet Contact):

№ клеммы	Обозначение	Наименование
19	DIC	Общий вход
15	DI1	Дискретный вход 1
16	DI2	Дискретный вход 2
17	DI3	Дискретный вход 3
18	DI4	Дискретный вход 4
20	+24V	Питание для дискретных входов (минус питания соединен с DIC)

- для исполнения ЭНИП-2-...-21 (Wet Contact):

№ клеммы	Обозначение	Наименование
19	DIC	Общий вход
11	DI1	Дискретный вход 1
12	DI2	Дискретный вход 2
13	DI3	Дискретный вход 3
14	DI4	Дискретный вход 4
15	DI5	Дискретный вход 5
16	DI6	Дискретный вход 6
17	DI7	Дискретный вход 7
18	DI8	Дискретный вход 8
20	+24V	Питание для дискретных входов (минус питания соединен с DIC)

- для исполнения ЭНИП-2-...-32 (Wet Contact):

Обозначение клеммы	Наименование
DIC	Общий вход
DI1	Дискретный вход 1
DI2	Дискретный вход 2
DI3	Дискретный вход 3
DI4	Дискретный вход 4
DI5	Дискретный вход 5
DI6	Дискретный вход 6
DI7	Дискретный вход 7
DI8	Дискретный вход 8
DI9	Дискретный вход 9
DI10	Дискретный вход 10
DI11	Дискретный вход 11
DI12	Дискретный вход 12
24V	Питание для дискретных входов (минус питания соединен с DIC)

- для исполнения ЭНИП-2-...-X3 (Dry Contact):

Обозначение	Наименование
DIC	Общий вход
DI1	Дискретный вход 1
DI2	Дискретный вход 2
DI3	Дискретный вход 3

Обозначение	Наименование
D14	Дискретный вход 4
D15	Дискретный вход 5

ЭНИП-2 поддерживает передачу состояний дискретных входов в рамках протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 как в виде Single point, так и Double point (в этом случае обработка состояний идет попарно, начиная с нечетного: 1-2, 3-4, 5-6, 7-8).

2.4 Логические выражения

В ЭНИП-2 (за исключением ЭНИП-2-...-Х3) доступны для настройки 32 DIO – дискретных сигналов, на которые могут назначаться встроенные DI и DO, подписки GOOSE, уставки, диагностика или логические выражения. Источниками данных для логических выражений могут служить любые DIO, в том числе и другое логическое выражение.

Результат логического выражения может быть передан по любому поддерживаемому протоколу на верхний уровень в виде ТС или использован в качестве управляющего воздействия на дискретный выход.

Для логических выражений доступны функции:

- И (AND);
- ИЛИ (OR);
- НЕ (NOT);
- Задержка (DELAY), может быть трех видов – на включение, на отключение, на включение и отключение. Продолжительность от 1 до 65535 мс.
- Качество (VALID) – проверка качества дискретной информации (1 – актуально, 0 – неактуально).

Из основных функций составляются другие более сложные логические элементы (XOR, NOR, NAND, XNOR и др).

Логические выражения могут использоваться для выполнения программных оперативных блокировок, автоматизации переключений (ABP), управления различными системами и др.

Настройки обработки качества позволяют оценивать актуальность дискретных сигналов, используемых в качестве источников для логического выражения.

Для настройки логики используется графический интерфейс в программе «ES Конфигуратор». Он представляет собой рабочую область, на которую добавляются логические функции (до 32 на один DIO) и объединяются связями.

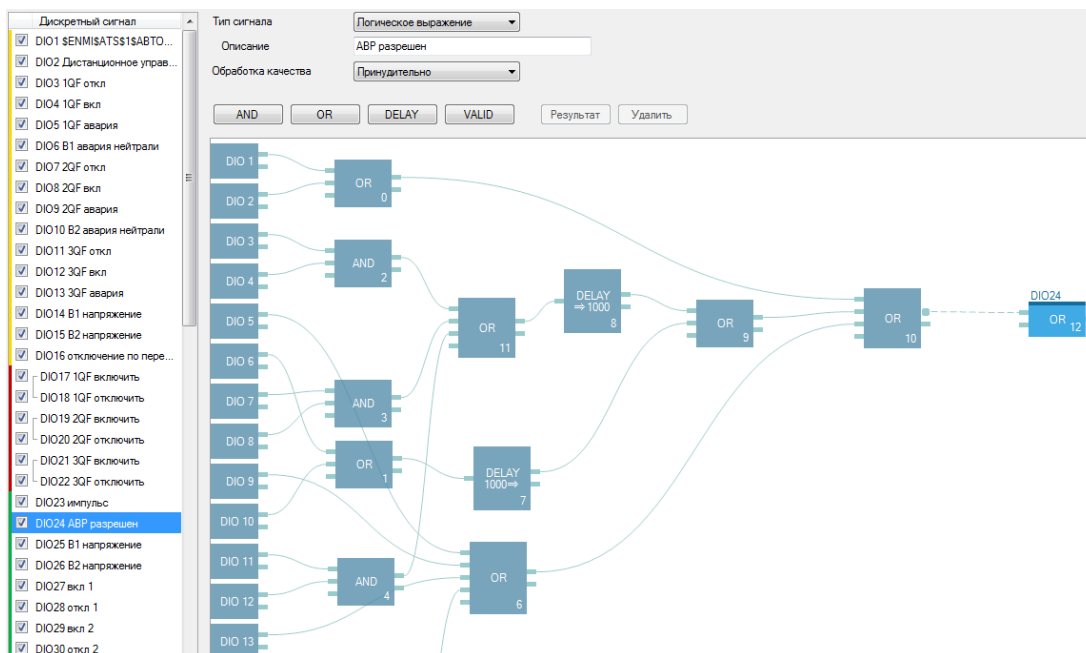


Рисунок 2.2. Пример логического выражения.

Подробнее описание настройки см. в руководстве к ПО «ES Конфигуратор» ([ЭНИП.411187.002 ПО](#)).

2.5 Интерфейсы и протоколы обмена данными

Доступные порты в модификациях ЭНИП-2-...-X1:

	ЭНИП-2-...- A1E0 -01	ЭНИП-2-...- A2E0 -21	ЭНИП-2-...- A3E4 -21	ЭНИП-2-...- A2E4x2(FX) -21
USB	■	■	■	■
RS-485-1	■	■	■	■
RS-485-2		■	■	■
RS-485-3			■	
Ethernet 100Base-T			■	
2 порта Ethernet 100Base-T (100Base-FX)				■

Доступные порты в модификациях ЭНИП-2 для исполнения 2, 3:

ЭНИП-2-...-**A2E0**-32



ЭНИП-2-...-**A1E4**-X3



USB	■	
RS-485-1	■	
RS-485-2	■	
RS-485-3		
Ethernet 100Base-T		■
2 порта Ethernet 100Base-T		■
RS-485 (IRIG-A)		■

Распиновка интерфейсов **ЭНИП-2-...-X1**:

Наименование интерфейса	Назначение			
	A1E0	A2E0	A3E4	A2E4x2 (A2E4xFX)
«RS-485-1» (винтовые клеммные зажимы)				<u>RS-485</u> (конфигурационный /информационный) A (data+) B (data-) GND
«RS-485-2» (разъем RJ-45) + дополнительный разъем RJ-45 с питанием для внешнего индикатора				<u>RS-485</u> (конфигурационный /информационный) 5 - GND 7 - A (data+) 8 - B (data-) <u>Дополнительный разъем RS-485 с питанием</u> (конфигурационный /информационный) 5- GND 7 - A (data+) 8 - B (data-) 1,2 – Упит модуля индикации ЭНМИ (+5В или +24В) 3,4 – Упит модуля индикации ЭНМИ (0 В)
«RS-485-3» (разъем RJ-45)	-	-		<u>RS-485</u> (конфигурационный /информационный)

		7 – A (data+) 8 – B (data-)	
«Ethernet» или «LAN» (разъем RJ-45)	- -	<u>Ethernet</u> (конфигурационный /информационный) 1 – TX+ (Transmit Data+) 2 – TX- (Transmit Data-) 3 – RX+ (Receive Data+) 6 – RX- (Receive Data-)	
«LAN1» и «LAN2» (разъемы RJ-45 или LC-разъемы)	- -	<u>Ethernet</u> (конфигурационный /информационный) 1 – TX+ (Transmit Data+) 2 – TX- (Transmit Data-) 3 – RX+ (Receive Data+) 6 – RX- (Receive Data-) или оптические интерфейсы LC	
USB	Конфигурационный порт, просмотр данных, обновление микропрограмм, USB-COM режим.		

Распиновка интерфейсов **ЭНИП-2...-32:**

Наименование интерфейса	Назначение
«RS-485-1» (винтовые клеммные зажимы)	<u>RS-485</u> (конфигурационный /информационный) D1+ (data+) D1- (data-) G1 - GND
«RS-485-2» (винтовые клеммные зажимы)	<u>RS-485</u> (конфигурационный /информационный) D2+ (data+) D2- (data-) G2 - GND
USB	Конфигурационный порт, просмотр данных, обновление микропрограмм, USB-COM режим.

Распиновка интерфейсов **ЭНИП-2-...-X3:**

Наименование интерфейса	Назначение
«RS-485» (разъем RJ-45)	<u>RS-485 (синхронизация времени)</u> 7 – A (data+) 8 – B (data-)
«Ethernet» или «LAN» (разъем RJ-45)	<u>Ethernet</u> (конфигурационный /информационный) 1 – TX+ (Transmit Data+) 2 – TX- (Transmit Data-) 3 – RX+ (Receive Data+) 6 – RX- (Receive Data-)

- **«RS-485-1», «RS-485-2», «RS-485-3»**

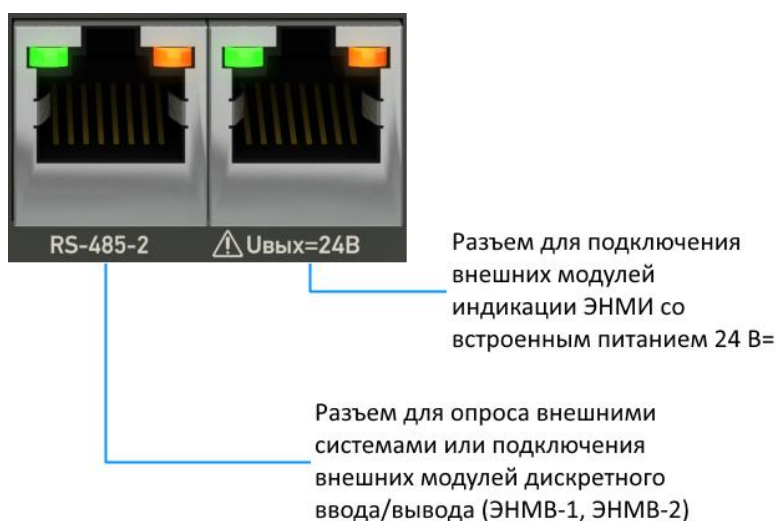
– Скорость обмена 600-115200 бит/сек;

Протокол обмена назначается при настройке, доступные варианты:

- ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95 (FT3);
- Modbus RTU;
- ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006.

«RS-485-2» дополнительно поддерживает обмен с внешними модулями (до 4 шт.) – ЭНМВ-1, ЭНМВ-2-4/3R, а также циклический режим передачи для отображения измеренных и вычисляемых параметров на внешнем индикаторе ЭНМИ). При подключении модулей ЭНМВ рекомендуется устанавливать максимальную скорость на порту: 115200 бод (57600 бод при одновременном подключении ЭНМВ и ЭНМИ).

Интерфейс «RS-485-2» конструктивно реализован в виде двух разъемов RJ45, на одном из которых кроме пинов с интерфейсными цепями выведено питание 24 В= для питания внешних модулей индикации ЭНМИ.



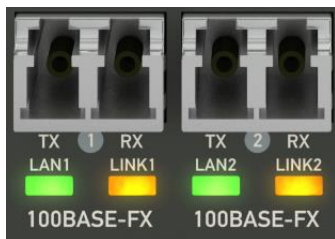
Не рекомендуется использовать встроенный источник 24 В= ЭНИПа для питания ЭНМИ, если длина кабеля превышает 20 метров. При больших расстояния необходимо устанавливать отдельный источник 24 В= для питания индикатора.

«ETHERNET»

Скорость обмена 100 Мбит/сек. Доступно 4 сокета. Каждый сокет настраивается независимо. Поддерживаемые протоколы:

Протокол	ЭНИП-2-...-X1	ЭНИП-2-...-X3
ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004	+	+
ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006	+	-
Modbus TCP/RTU	+	-
RS-TCP (сквозной канал)	+	-
МЭК 61850-8.1	опция	-
C37.118-2011	-	+

Протокол	ЭНИП-2-...-X1	ЭНИП-2-...-X3
SNTP v4	+	-
SNMP v1	+	-

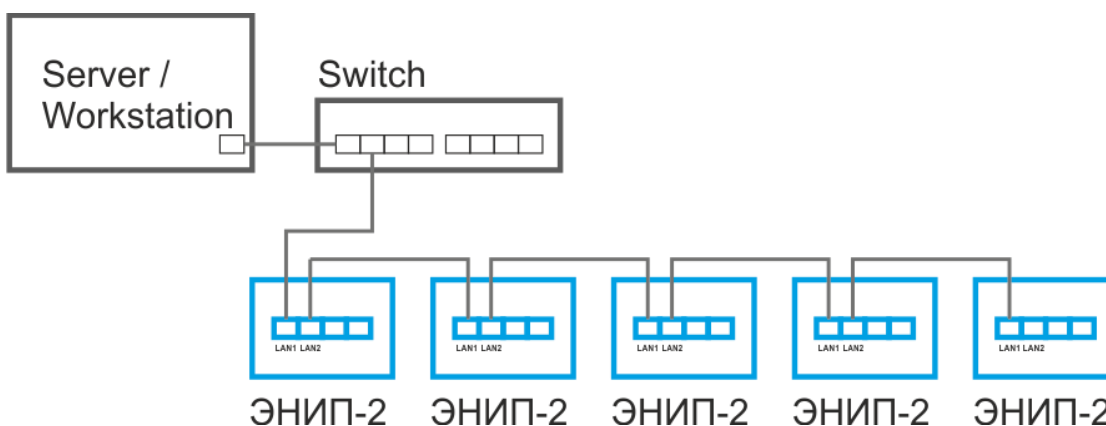


В модификации ЭНИП-2-...-A2E4x2FX-21 установлено два интерфейса Ethernet 100BASE-FX. Тип разъемов LC, работают с 62,5/125 мм и 50/125 мм многомодовым (multimode) волокном. LED излучатель работает на длине волны 1300 нм, максимальное расстояние передачи сигнала до 2000 метров.

Излучение соответствует классу 1 (лазеры и лазерные системы очень малой мощности, не способные создавать опасный для человеческого глаза уровень облучения) в соответствии со стандартом EN60825-1.

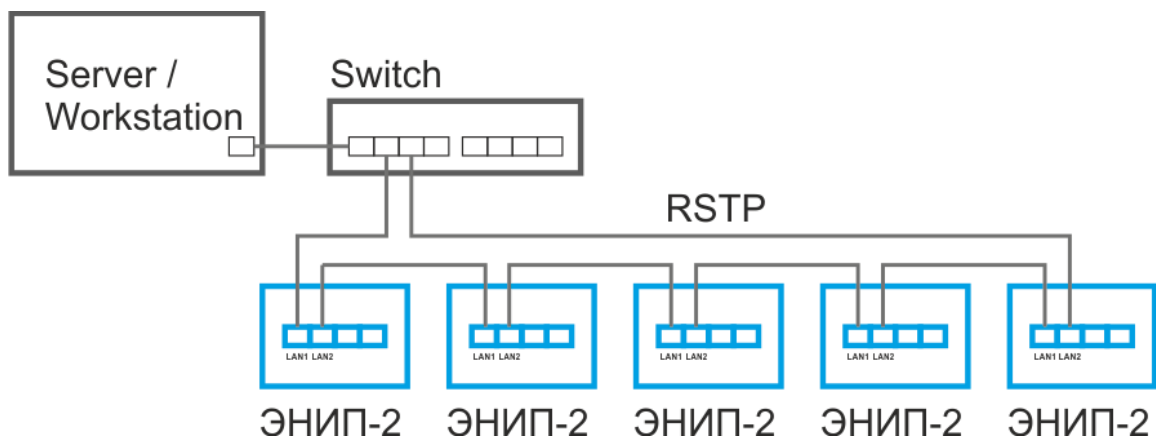
Порты Ethernet «максимальной» модификации работают в режиме коммутатора. Т.е. ЭНИП-2 имеет один IP адрес. При этом возможны различные варианты организации сети:

В сетевых настройках ЭНИП-2 отключено RSTP, PRP

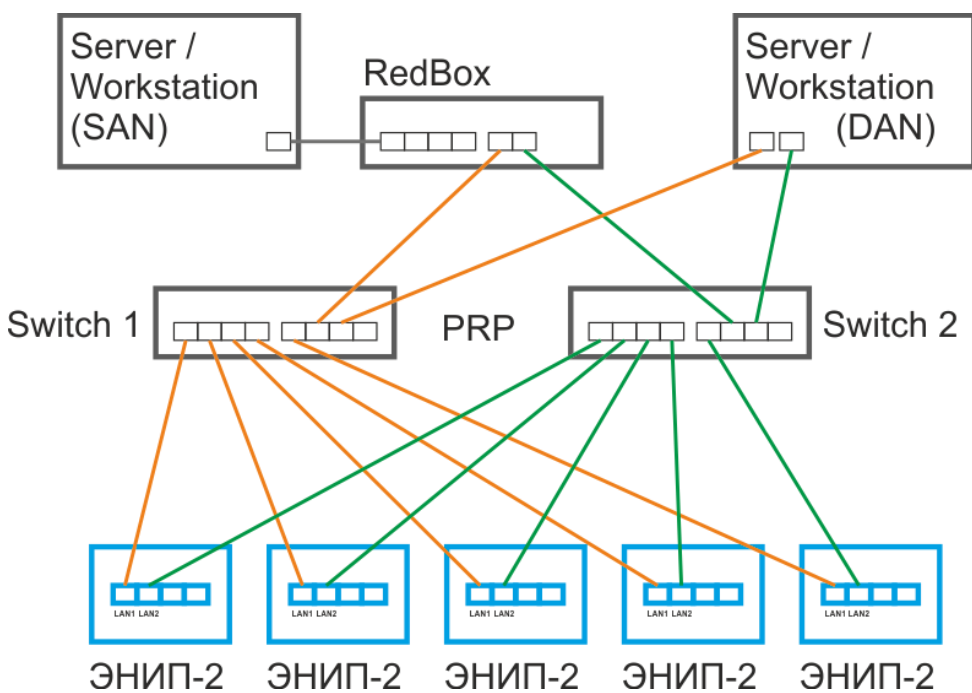


В сетевых настройках ЭНИП-2 включено RSTP

Ограничения: Максимальное количество ЭНИП-2 в кольце 39 шт.



В сетевых настройках ЭНИП-2 включено PRP



- «USB» 

Служебный интерфейс. Предназначен для конфигурирования, просмотра измеряемых параметров, обновления микропрограммы. Может также использоваться для работы в режиме прозрачный порт USB-COM (внешний интерфейс – RS-485-2 ЭНИП-2) – так называемый «USB-COM режим».

Выбор параметров портов, а также протоколов производится с помощью ПО «ES Конфигуратор»

Выбор протокола для каждого порта осуществляется индивидуально, т.е. возможно, как наличие одинаковых протоколов обмена разных портах, так и их различие (например, RS-485-1 - Modbus RTU, RS-485-2 - ГОСТ Р МЭК-870-5-1-95 (FT3), RS-485-3 – ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006).

Описание ГОСТ Р МЭК-870-5-1-95 (FT3) приведено в Приложении Д, [ЭНИП.411187.001 РЭ](#).

Описание Modbus RTU приведено в Приложении Б настоящего РЭ. Набор и адресация параметров, передаваемых в протоколе Modbus RTU может гибко настраиваться пользователем.

Описание совместимости ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 приведено в Приложении В настоящего РЭ.

Настройки по умолчанию:

RS-485-1 - МЭК 60870-5-101-2006, скорость 19200 бит/сек, адрес №1;

RS-485-2 - Modbus RTU, скорость 19200 бит/сек, адрес №1, включена циклическая передача;

RS-485-3 - Modbus RTU, скорость 19200 бит/сек, адрес №1.

Порт Ethernet: IP 192.168.0.10

Адресация параметров по умолчанию для каждого протокола приведена в соответствующем приложении.


Для доступа к web-странице для конфигурирования **ЭНИП-2-...-X1** - необходимо набрать к адресной строке браузера:


<http://XXX.XXX.XXX.XXX> (XXX.XXX.XXX.XXX – IP адрес ЭНИП-2) либо <http://enip2nXXXXX> (XXXXX – все цифры серийного номера ЭНИП-2). По умолчанию имя входа admin и пароль admin.

Если IP адрес ЭНИП-2 не известен, можно его узнать с помощью утилиты «ESFindIP» (доступна для скачивания на enip2.ru в разделе «[Поддержка](#)»).

2.6 Цепи питания

Нумерация клемм питания ЭНИП-2 представлена ниже:







Наименование цепи питания	ЭНИП-2-4X/X-220-XX-X1 ЭНИП-2-4X/X-220-XX-X3 сеть переменного тока напряжением 100...265 В~, 45...55 Гц или постоянного напряжения 120...370 В=	ЭНИП-2-4X/X-24-XX-X1 ЭНИП-2-4X/X-24-XX-X3 сеть постоянного напряжения 18...36 В=
	защитное заземление (PE)	защитное заземление (PE)
N/-	нейтраль (N) или отрицательная цепь питания	отрицательная цепь питания
L/+	фаза (L) или положительная цепь питания	положительная цепь питания

Наименование цепи питания	ЭНИП-2-XX/X-24-A2E0-32 сеть постоянного напряжения 18...36 В=
	защитное заземление (PE) (винт защитного заземления расположен на корпусе)
PWR1 -	отрицательная цепь входа питания №1
PWR1 +	положительная цепь входа питания №1
PWR2 -	отрицательная цепь входа питания №2
PWR2 +	положительная цепь входа питания №2

2.7 Сенсорный экран

Модификации ЭНИП-...-13 и ЭНИП-...-23 содержат цветной сенсорный дисплей 4.3” разрешением 480x272 точек.

На дисплее доступно для отображения:

-  Векторные диаграммы токов и напряжений
-  Измеряемые параметры в табличном виде (ток, напряжение, мощность, частота)
-  Осциллограммы напряжений и токов
-  Информация с GPS модуля (текущие время и дата)
-  Настройка пароля для конфигурирования
-  Настройка параметров LAN

3 Комплектность

В комплект поставки преобразователей ЭНИП-2 входят:

- | | |
|---|-------------------------------|
| - Преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2 | - 1 шт.; |
| - формуляр ЭНИП.411187.001 ФО | - 1 экз.; |
| - CD (включает руководство по эксплуатации ЭНИП.411187.002 РЭ, методику поверки ЭНИП.411187.001 МП, программное обеспечение и информационные материалы) | - 1 шт. (на партию продукции) |

Необходимая документация, а также обновления ПО всегда доступны на сайте:

<http://www.enip2.ru>

4 Использование по назначению

4.1 Указания по эксплуатации

Эксплуатация преобразователей ЭНИП-2 должна производиться в соответствии с настоящим руководством по эксплуатации.

Преобразователи ЭНИП-2 подключаются непосредственно к измерительным трансформаторам тока и измерительным трансформаторам напряжения. Подключение и отключение преобразователей ЭНИП-2 к измерительным цепям, а также к цифровым интерфейсам необходимо выполнять только после отключения цепей питания, приняв меры против случайного включения.

Подключение преобразователей ЭНИП-2 к устройствам сбора данных контролируемых пунктов телемеханики, устройствам сбора и передачи данных автоматизированных информационно-измерительных систем учета, а также к другим системам сбора и передачи информации осуществляется в соответствии с эксплуатационной документацией на перечисленные выше системы. При определении количества и подключаемых на одну информационную магистраль RS-485 (RS-485-1, RS-485-2 или RS-485-3) преобразователей ЭНИП-2 и скорости их опроса необходимо учитывать рекомендации, приведенные в п.7 настоящего РЭ.

4.2 Эксплуатационные ограничения

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

Тип атмосферы по содержанию коррозионно-активных агентов на открытом воздухе – промышленная (II) в соответствии с ГОСТ 15150-69.

Охлаждение устройства осуществляется за счет естественной конвекции. При работе преобразователь не должен подвергаться воздействию прямого нагрева источниками тепла до температуры более +70 °С. В помещении не должно быть резких колебаний температуры, вблизи места установки преобразователей не должно быть источников сильных электромагнитных полей.

4.3 Подготовка к монтажу

После получения преобразователя со склада убедиться в целостности упаковки. Распаковать, извлечь ЭНИП-2 и формуляр (обеспечить сохранность формуляра).

Произвести внешний осмотр ЭНИП-2, убедиться в отсутствии видимых механических повреждений и наличии комплектности согласно п.3.

Проверить соответствие характеристик, указанных в паспорте с характеристиками, указанными на лицевой и верхней стороне преобразователя.

4.4 Общие указания по монтажу

Все работы по монтажу и эксплуатации производить с соблюдением действующих правил, обеспечивающих безопасное выполнение работ в электроустановках.

Крепление преобразователей осуществлять на монтажную рейку DIN 35 мм, на панель или специальный кронштейн. Допускается крепление преобразователей ЭНИП-2 под любым углом к горизонтальной плоскости.

Подключение преобразователей **ЭНИП-2-...-X1** и **ЭНИП-2-...-X3** к измерительным цепям тока и напряжения производить проводами сечением не более 4 мм².



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

Подключение преобразователей **ЭНИП-2-...-32** к измерительным цепям тока производить проводами сечением не более 4 мм², к измерительным цепям напряжения и цепям контроля фаз - проводами сечением не более 2,5 мм².

Цепи ввода и вывода дискретных сигналов подключать к преобразователям проводами сечением не более 2,5 мм².

Цепи питания подключать к преобразователям проводами сечением не более 2,5 мм² (для исполнений **ЭНИП-2-...-X1** и **ЭНИП-2-...-X3**), и не более 1,5 мм² (для исполнения **ЭНИП-2-...-32**).

Подключение преобразователей к интерфейсам «RS-485-1», «RS-485-2», «RS-485-3» производить экранированным кабелем типа «витая пара» в соответствии с приложением А. Сечение провода не менее 0,2 мм². Для подключения кабеля к интерфейсам «RS-485-2», «RS-485-3» преобразователя **ЭНИП-2-...-X1** обжать кабель коннектором RJ-45.

Подключение преобразователя к интерфейсу «Ethernet» производить экранированным кабелем типа «витая пара» 5-й категории (допускается использовать стандартный сетевой «патч-корд»).

Подключение преобразователя к внешним модулям ввода-вывода ЭНМВ-1-0/3R, ЭНМВ-1-4/3R или ЭНМВ-2-4/3R осуществить стандартным сетевым патч-кордом.

5 Техническое обслуживание и ремонт

5.1 Общие указания

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

Преобразователи ЭНИП-2 не должны вскрываться во время эксплуатации. Нарушение целостности гарантийной наклейки снимает с производителя гарантийные обязательства. Все возникающие во время эксплуатации неисправности устраняет предприятие-изготовитель.

5.2 Меры безопасности

Работы по техническому обслуживанию должны выполняться квалифицированным персоналом.

Персонал, осуществляющий обслуживание преобразователей ЭНИП-2 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».

5.3 Порядок технического обслуживания

Рекомендуется ежегодно проводить профилактический осмотр ЭНИП-2 на месте эксплуатации. Для этого следует:

- снять все входные сигналы (закороченные токовые клеммы и разомкнутые цепи напряжения) и отключить питание;
- удалить с корпуса пыль;
- проверить состояние корпуса, убедиться в отсутствии механических повреждений,
- проверить состояние креплений;
- после завершения осмотра подать напряжение питания и входные аналоговые и дискретные сигналы на ЭНИП-2.

Для очистки и обеззараживания использовать бытовые моющие средства, не содержащие абразивных веществ или 70% раствор этилового спирта.

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

6 Настройка прибора

Конфигурирование преобразователей ЭНИП-2 заключается в назначении связанных адресов и определении скорости обмена портов RS-485, определении IP-адреса ЭНИП-2 и его клиентов, выборе и настройке протоколов обмена и, при необходимости, настройке адресации передаваемым параметрам, а также алгоритмов передачи данных. Адрес и скорость для каждого порта RS-485 преобразователя ЭНИП-2 могут быть разными.

6.1 Программное обеспечение «ES BootLoader»

ПО «ES BootLoader» используется для обновления микропрограммы ЭНИП-2, активации дополнительных опции, сброса настроек прибора на заводские.

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

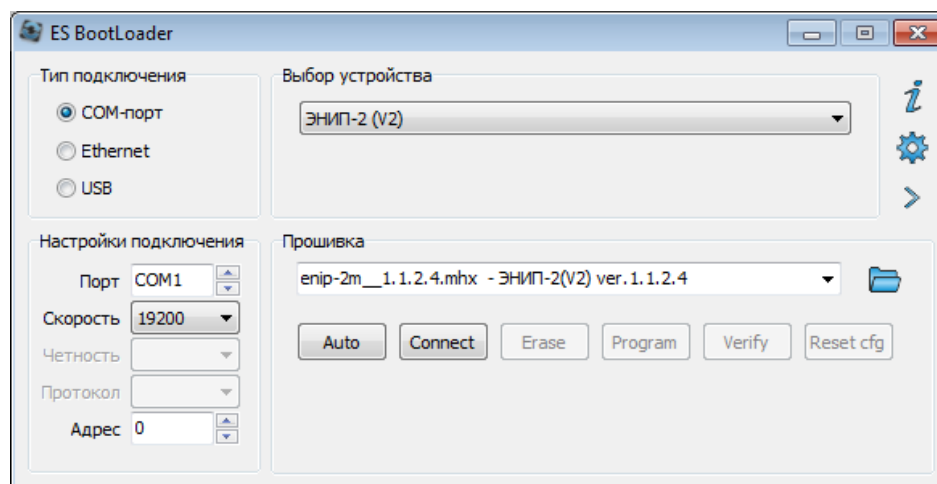


Рисунок 6.1. ПО «ES BootLoader».

1. Выберите тип канал связи (COM-порт, Ethernet или USB).
2. Для COM-порта и Ethernet канала необходимо определить настройки подключения.
3. Выберите тип устройства. Для ЭНИП-2 с USB - это ЭНИП-2 (V2).
4. Укажите файл с микропрограммой, при этом рядом отобразится имя.
5. Нажмите кнопку Auto, после чего программа перейдет в режим ожидания перезагрузки устройства. Устройства ЭНИП-2 должны перезагрузиться сами. Если этого не произошло в течение 15-20 с, необходимо перезагрузить устройство (выключить питание и снова включить) и дождаться окончания процесса обновления микропрограммы.



При обновлении ЭНИП-2-...-X1 по сети Ethernet необходимо выполнять следующее условие: если ЭНИП-2 подключен по USB к ПК с запущенным ПО «ES Конфигуратор», то необходимо закрыть данное ПО на время обновления прошивки.



Если вы обновляете прибор с прошивки 1.x.x.x до 2.x.x.x, в начале для ЭНИП-2 необходимо установить update patch (не требуется для приборов с двумя портами Ethernet), подробнее описание смотрите в архиве с последней прошивкой на официальном сайте в разделе поддержка: <http://enip2.ru/support/>

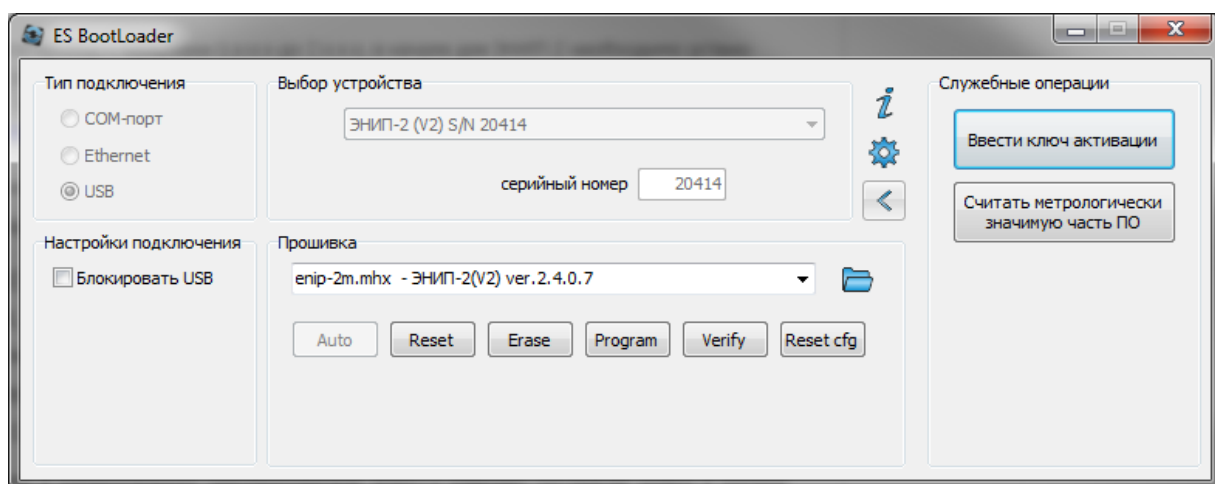
При обновлении микропрограммы у ЭНИП-2-...-A2E4x2(FX)-XX (модель с двумя Ethernet портами) надо учитывать следующие особенности:

1. В ПО «ES BootLoader» необходимо выбрать тип устройства ЭНИП-2 (V2) 2-Ethernet.
2. Если активирована настройка «Резервирование RSTP» и ЭНИП-2 не включен в кольцевую сеть, то обновление микропрограммы по Ethernet возможно только по LAN-1.



За версию настроек в измерительном преобразователе ЭНИП-2 отвечает последняя цифра в номере микропрограммы. Если в номере версии старой и новой микропрограмм последняя цифра отличается, то все настройки после обновления микропрограммы будут сброшены на настройки по умолчанию. Чтобы сохранить старые настройки, сохраните конфигурацию с помощью ПО ES Конфигуратор, обновите прошивку и затем запишите сохраненные настройки в прибор обратно.

Для активации опции МЭК61850 необходимо подключиться к прибору, развернуть вкладку *Службные операции*, нажать кнопку *Ввести ключ активации*. В открывшееся окно необходимо ввести ключ, полученный при покупке опции.



Для обновления микропрограммы сенсорного индикатора ЭНИП-2-...-X3 необходимо подключиться к служебному порту RS-232, который подключен к пинам разъема RJ-45 порта IRIG-A.

Микропрограмма сенсорного индикатора обновляется также с помощью специализированного ПО «ES Bootloader». Обновление микропрограммы осуществляется через COM-порт.

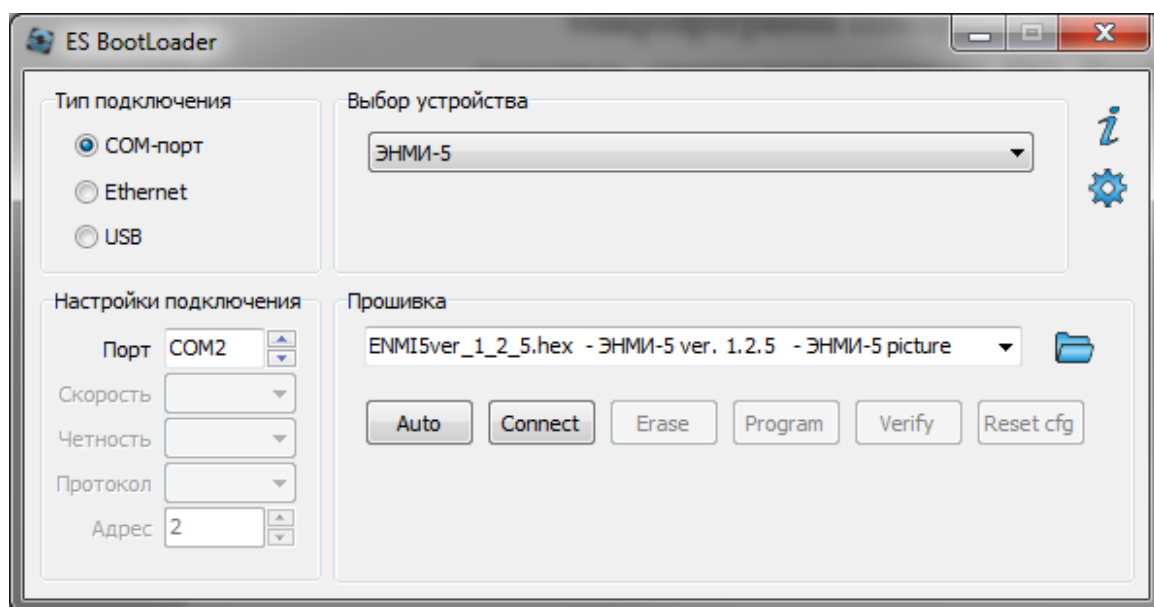



Рисунок 6.2. Обновление индикатора ЭНИП-2

Последняя версия микропрограммы и ПО «ES BootLoader» доступны на сайте www.enip2.ru

6.2 Программное обеспечение «ES Конфигуратор»

 Конфигурирование преобразователей ЭНИП-2 осуществляется при помощи программного обеспечения «ES Конфигуратор» или веб-консоли. ПО предназначено как для настройки преобразователей ЭНИП-2, так и просмотра измеряемых параметров. Экранная форма основного окна программы для настройки ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-X2 представлена на рисунке 6.3. Подробное описание ПО приведено в ЭНИП.411187.002 ПО ([скачать](#)). Краткое описание представлено ниже.



Для конфигурирования преобразователей ЭНИП-2 рекомендуется использовать компьютеры, оснащенные портами USB, либо RS-485 (с использованием преобразователя интерфейсов RS-232/RS-485) или Ethernet.

6.2.1 Конфигурирование ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-X2

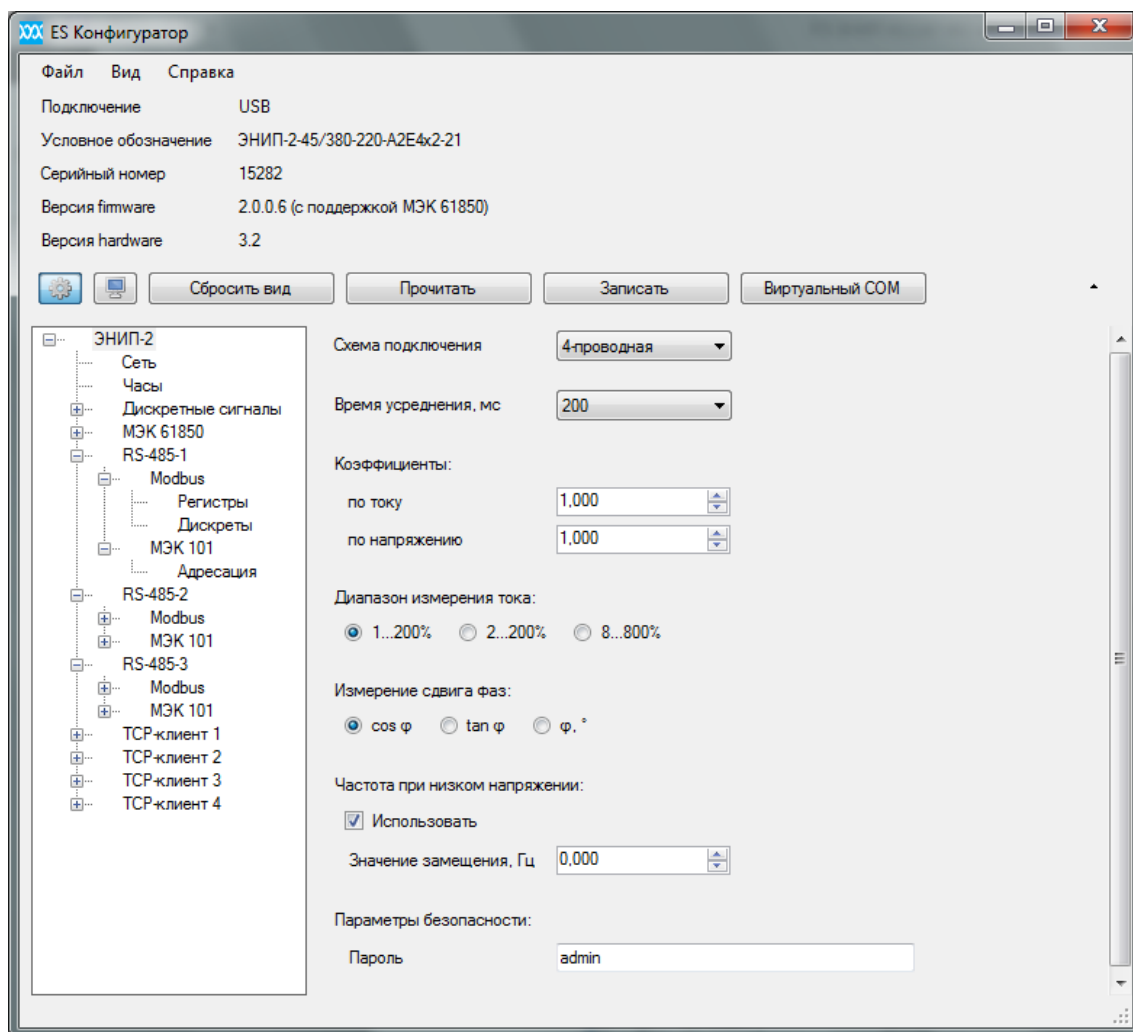


Рисунок 6.3. Экранная форма ПО «ES Конфигуратор».

ЭНИП-2 имеет возможность работы в режиме внешнего COM-порта ПК, подключенного к нему через USB-порт. В этом режиме ЭНИП-2 представляет возможность использования порта RS-485-2 в качестве COM-порта ПК с интерфейсом RS-485, а значит, позволяет через ЭНИП-2 работать с устройствами по RS-485. Данный режим может использоваться, например, для конфигурирования внешнего модуля индикации ЭНМИ или модуля ввода/вывода ЭНМВ, подключенного к порту RS-485-2.

Перевод в «USB-COM режим» осуществляется по нажатию кнопки «Виртуальный COM». После перевода в этот режим в операционной системе появляется новый COM-порт. Если установка драйверов порта не осуществляется автоматически, необходимо воспользоваться драйверами, поставляемыми с ЭНИП-2 или [скачать](#) их с сайта enip2.ru.

Возврат из режима USB-COM в обычный режим по работе с ЭНИП-2 через USB осуществляется путем отключения кабеля USB от ЭНИП-2 и соединения вновь.

Настройка интерфейсов и протоколов обмена ЭНИП-2

Настройка портов RS-485

Порты RS-485 конфигурируются независимо. Для конфигурирования портов преобразователя ЭНИП-2 необходимо выполнить следующие операции:

- Подключить ЭНИП-2 через USB или через COM-порт к ПК;
- Запустить ПО;
- Проверить подключение и считать настройки;
- Для каждого порта определить нужные параметры связи – выбрать протокол обмена, установить скорость, четность;
- В детальных настройках протокола обмена задать адрес устройства (в рамках одной магистрали RS-485 у каждого устройства должен быть уникальный адрес, скорость при этом может быть различной или одинаковой для всех устройств);
- Настроить параметры протоколы, задать адресацию передаваемых параметров.



Адресация параметров должна быть уникальной в пределах одного порта (для Modbus RTU дискретные сигналы и измерения адресуются независимо).



Для применения новых настроек необходимо записать настройки с помощью кнопки «Записать».

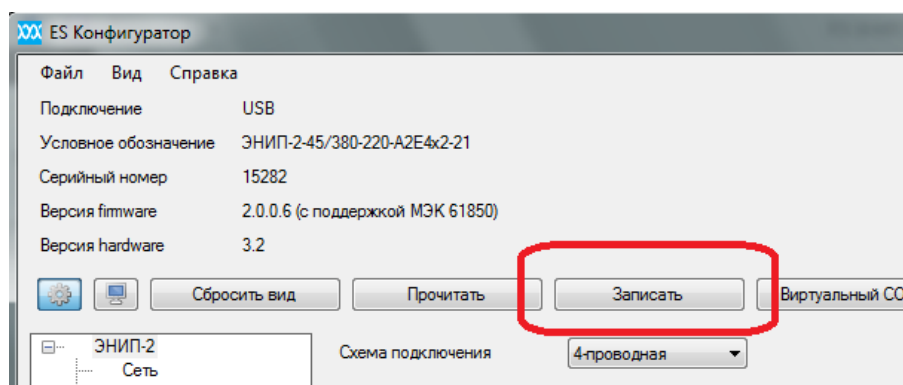


Рисунок 6.4

Настройка порта Ethernet

- Для настройки порта Ethernet необходимо подключить ЭНИП-2 к ПК
- Считать настройки ЭНИП-2 и настроить необходимые параметры: IP-адрес, маску подсети, адрес основного шлюза, задать пароль для веб-конфигурирования.

- В настройках Клиентов (1,2,3,4) указать IP-адрес разрешенного клиента (или оставить адрес по умолчанию 255.255.255.255 – при этом подключение к данному сокету доступно любому клиенту), задать порт и выбрать используемый на данном сокете протокол обмена;
- Настроить выбранный протокол в соответствующей ветке свойств Клиента (например, настроить адресацию и алгоритмы протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004).



Адресация параметров должна быть уникальной в пределах одного клиента (для Modbus дискретные сигналы и измерения адресуются независимо).

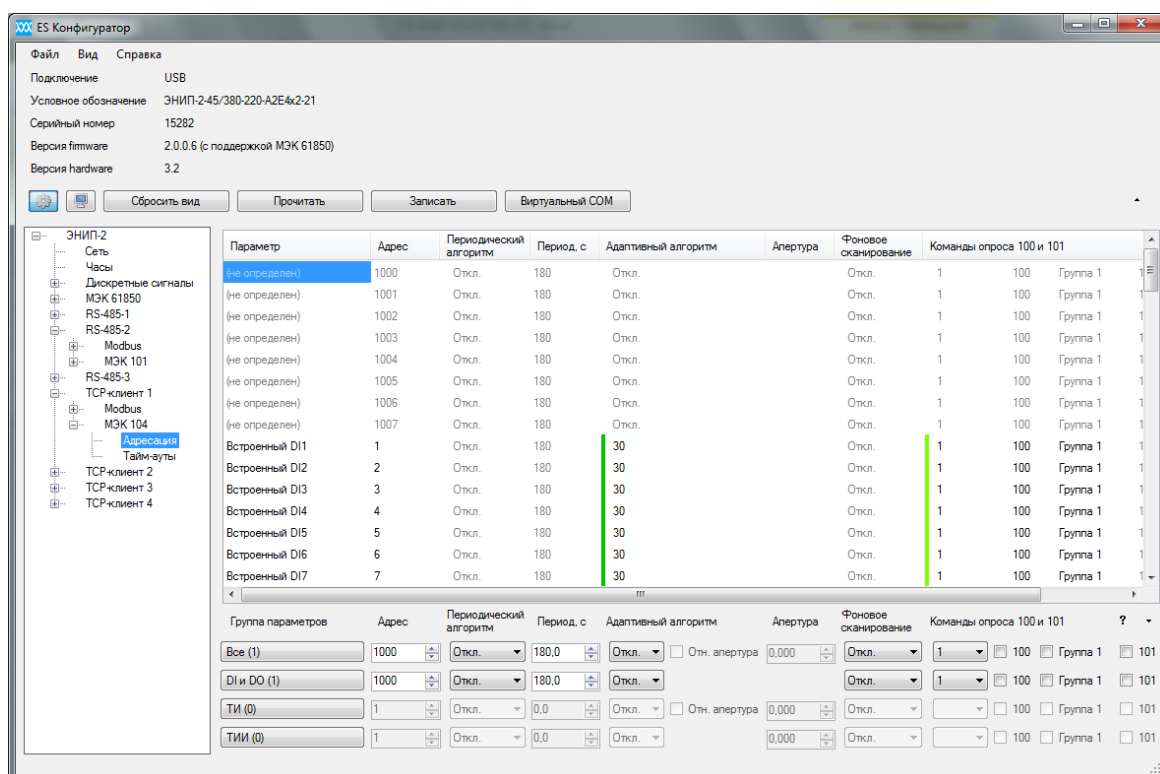


Рисунок 6.5. Экранная форма окна настройки алгоритмов передачи данных в соответствии ГОСТ Р 60870-5-104 ПО «ES Конфигуратор».

ПО «ES Конфигуратор» позволяет также осуществлять сохранение настроек ЭНИП-2 во внешний файл (файл с расширением *.json).

6.2.2 Конфигурирование ЭНИП-2-...-X3

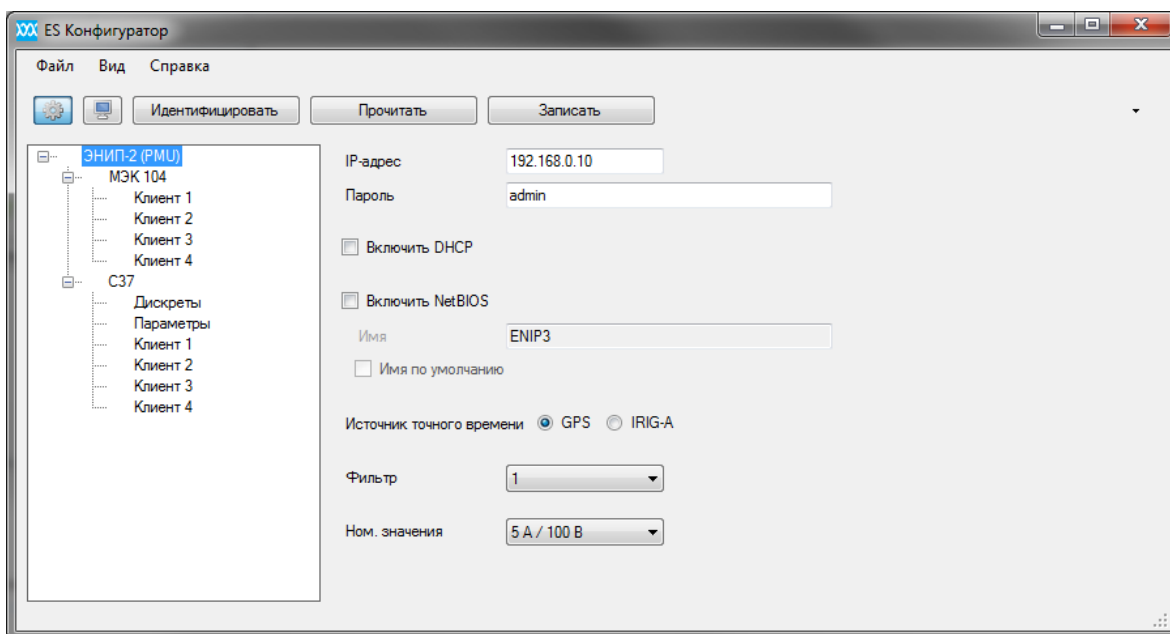


Рисунок 6.6. Экранная форма ПО «ES Конфигуратор».

Конфигурирование данной модификации ЭНИП-2 заключается в настройке сетевых параметров, а также протоколов передачи данных.

6.3 Конфигурирование через web-интерфейс

Доступно только для модификации ЭНИП-2-...-X1. Для доступа к удаленному конфигурированию ЭНИП-2 через сеть веб-браузер необходимо открыть страницу по адресу <http://192.168.0.10> (где указанный IP – адрес по умолчанию, или IP адрес ЭНИП-2 настроенный пользователем). Также допустимо обращение по адресу ENIP2Nxxxxxx (где xxxxxx – все цифры серийного номера ЭНИП-2).

Для входа в страницу нужно ввести имя и пароль доступа – по умолчанию admin.

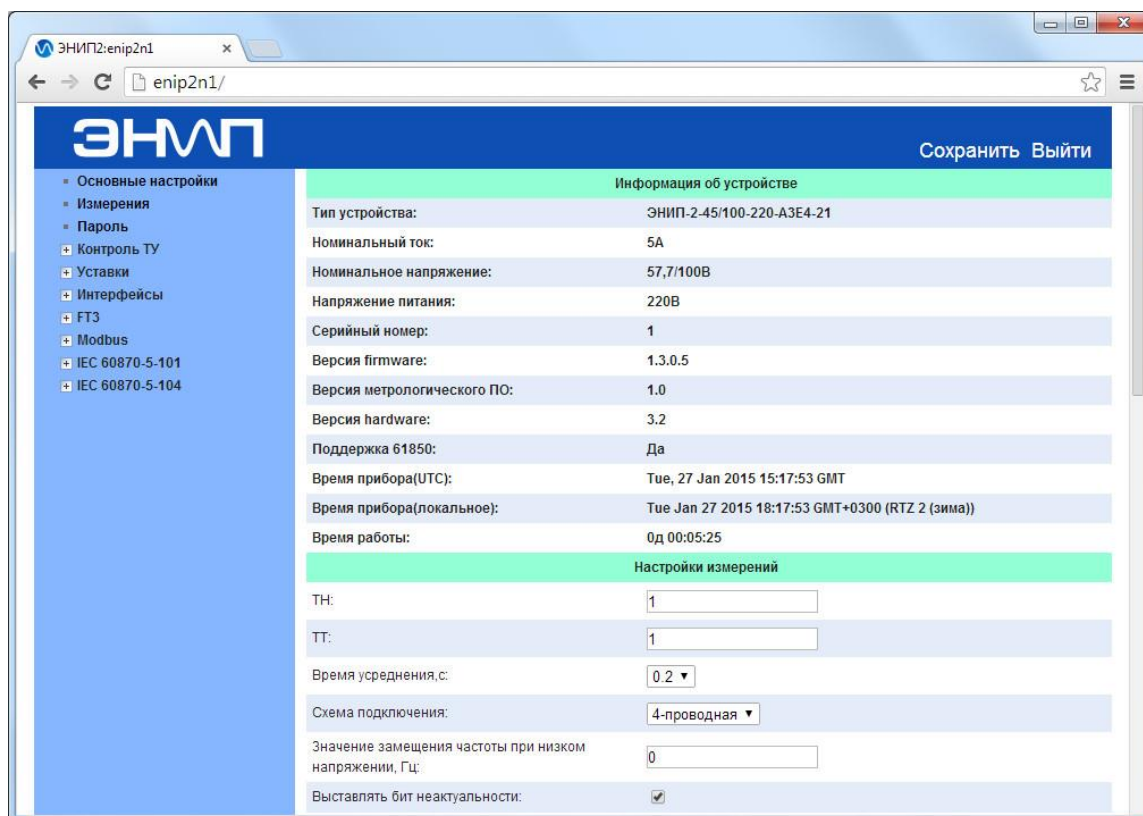


Рисунок 6.7. Экранная форма окна настройки ЭНИП-2 через веба интерфейс.

Если IP адрес ЭНИП-2 неизвестен, то для быстрого поиска ЭНИП-2 в сети и определения его IP-адреса можно воспользоваться специализированной утилитой «ES Find IP». «ES Find IP» позволяет просканировать сеть и найти все приборы производства ИЦ «Энергосервис» подключенные в локальную сеть, изменить IP адрес и другие сетевые настройки.

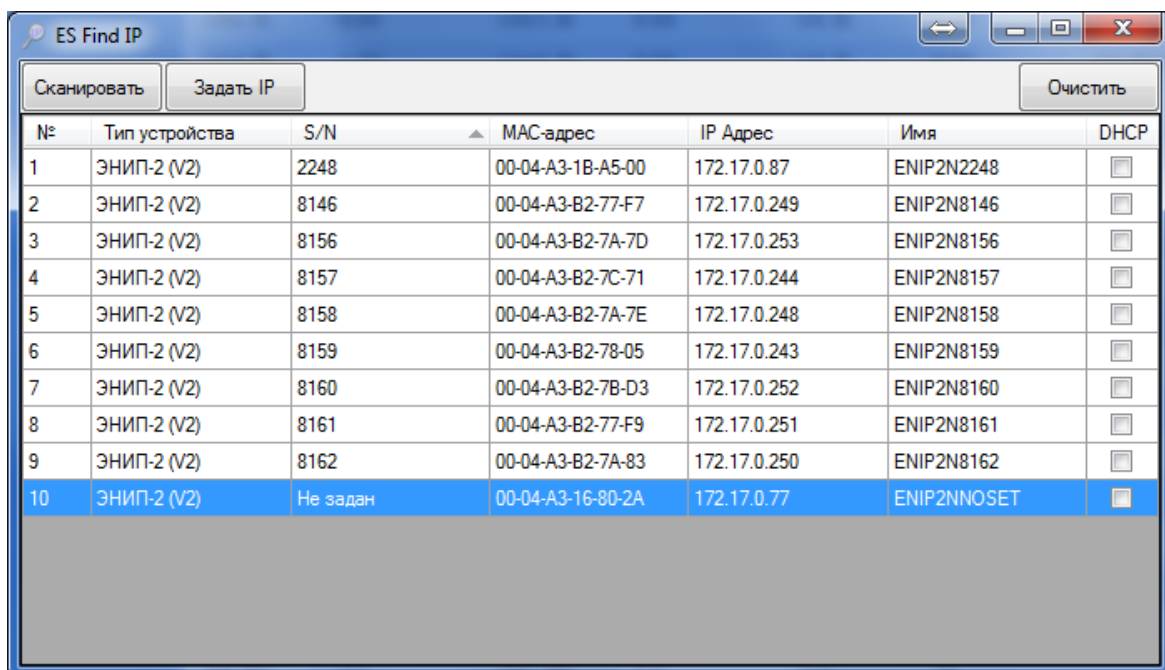


Рисунок 6.8. Экранная форма ПО «ES Find IP».

Окно изменения настроек открывается двойным щелчком по строке с требуемым прибором.

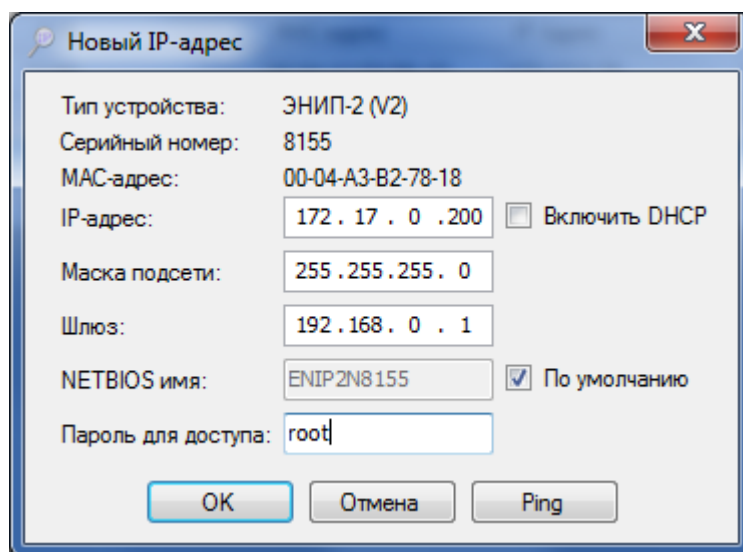



Рисунок 6.9. Определение сетевых настроек с помощью ПО «ES Find IP».

ЭНИП2		ЭНМВ2	
Ua, В:	57.73	Ua1, В:	57.73
Ub, В:	57.73	Ub1, В:	57.73
Uc:	57.73	Uc1:	57.73
U, В:	57.73	U1, В:	57.73
Uab, В:	99.99	Uab1, В:	99.99
Ubc, В:	99.99	Ubc1, В:	99.99
Uca, В:	99.99	Uca1, В:	99.99
Uabc, В:	99.99	Uabc1, В:	99.99
Ia, А:	5.000	Ia1, А:	5.000
Ib, А:	5.000	Ib1, А:	5.000
Ic, А:	5.000	Ic1, А:	5.000
I, А:	5.000	I1, А:	5.000
Pa, Вт:	204.1	Pa1, Вт:	204.1
Pb, Вт:	204.1	Pb1, Вт:	204.1
Pc, Вт:	204.1	Pc1, Вт:	204.1
P, Вт:	612.3	P1, Вт:	612.3
Qa, ВАр:	204.1	Qa1, ВАр:	204.1
Qb, ВАр:	204.1	Qb1, ВАр:	204.1
Qc, ВАр:	204.1	Qc1, ВАр:	204.1
Q, ВАр:	612.3	Q1, ВАр:	612.3
Sa, ВА:	288.6	Sa1, ВА:	288.6
Sb, ВА:	288.6	Sb1, ВА:	288.6
Sc, ВА:	288.6	Sc1, ВА:	288.6
S, ВА:	865.9	S1, ВА:	865.9

ЭНИП2		Внешние устройства	
TC1:	Офф	ТУ1 вкл:	Офф
TC2:	Офф	ТУ1 выкл:	Офф
TC3:	Офф	ТУ2 вкл:	Офф
TC4:	Офф	ТУ2 выкл:	Офф

Рисунок 6.10. Экранная форма окна просмотра измеряемых и вычисляемых параметров в веб-консоли ЭНИП-2.

6.4 Конфигурирование через сенсорный дисплей

Для модификации ЭНИП-2-...-ХЗ доступна настройка некоторых параметров на сенсорном дисплее. Для этого необходимо перейти в раздел настройки , пароль по умолчанию 1122. В данном разделе задается IP-адрес прибора, разрешенные клиенты для подключения по МЭК-60870-5-104, включается DHCP.

6.5 Восстановление настроек по умолчанию

Чтобы сбросить настройки прибора на значения по умолчанию необходимо воспользоваться ПК с установленной утилитой «ES Bootloader» (рис 6.11):

Подключите прибор к компьютеру с помощью USB или COM-порта, установить параметры подключения, нажмите клавишу *Connect*, после подключения нажмите *Reset cfg*, затем нажмите *Reset*. Настройки прибора станут заводскими. Значения параметров для каждого порта см. в п. 2.5.

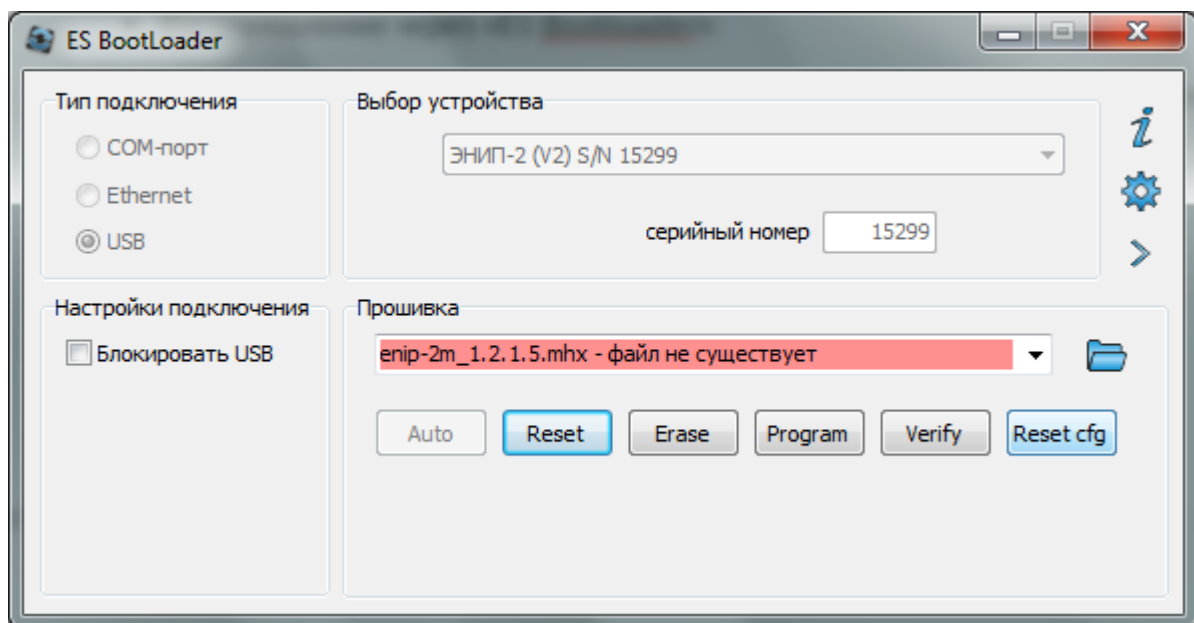


Рисунок 6.11

7 Рекомендации по подключению внешних цепей



Подключение необходимо произвести при условии выполнения следующих условий:

- в электрической схеме цепей питания ЭНИП-2 должен быть предусмотрен внешний выключатель или автомат защиты;
- внешний выключатель или автомат защиты должен располагаться в непосредственной близости к ЭНИП-2 и в пределах досягаемости для эксплуатационного персонала.




Внимание! Перед подключением к ЭНИП-2 цепей питания необходимо убедиться в том, что все входящие источники питания отключены. Несоблюдение данного требования может привести к серьезной или даже смертельной травме или повреждению оборудования.

7.1 Подключение к цепям питания

Для подключения ЭНИП-2 к цепям питания рекомендуется использовать провода сечением не менее 1,5 мм² (AWG 16).

Подключение источника питания (в зависимости от типа питания AC или DC и диапазона питающего напряжения) осуществлять согласно схемам на рисунке 7.1:

- Подключите фазный/плюсовой провод к контакту L/+;
- Подключите нулевой/минусовой провод к контакту N/-;
- Подключите провод защитного заземления к контакту .

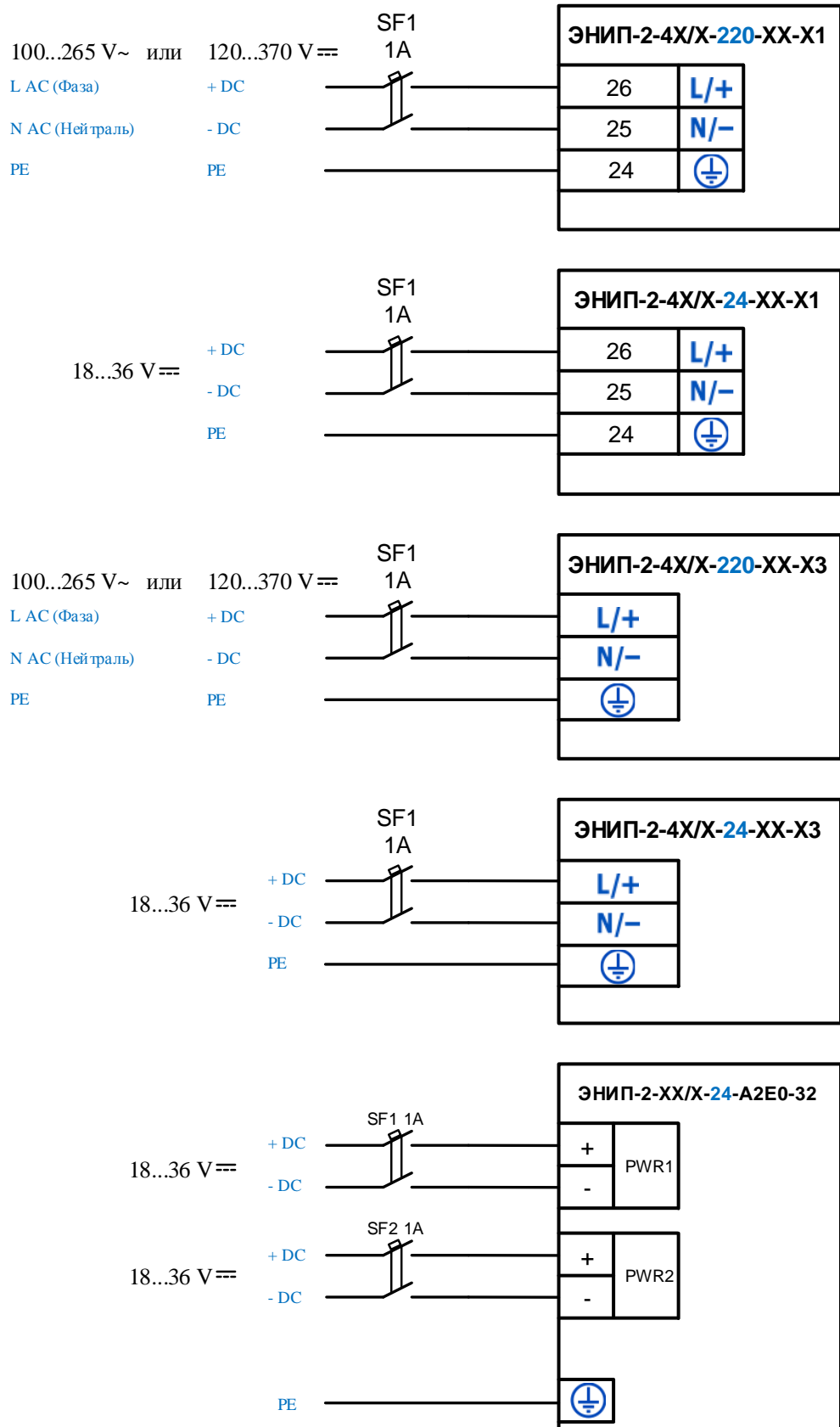


Рисунок 7.1. Схемы подключения ЭНИП-2 к цепям источника (сети) электропитания.

Рекомендуется использовать гарантированное электропитание, а также производить выбор источника с возможностью ограничения тока нагрузки.



Для РП и ТП 6...20 кВ рекомендуется использовать ЭНИП-2 с напряжением питания 24 В постоянного тока. Для подстанций класса напряжения 35 кВ и выше рекомендуется использовать гарантированное напряжения питания 220 В переменного тока.

В случае использования напряжения питания 220 В постоянного тока от цепей оперативного тока не рекомендуется подключать большое количество ЭНИП-2 через один питающий кабель длиной более 5 м. Если нет других вариантов питания, то необходимо организовать защиту линии питания от импульсных перенапряжений в месте установки ЭНИП-2, а также использовать источник питания с ограничением выходного тока.

7.2 Подключение к измерительным цепям

Рекомендуется подключать токовые цепи проводом сечением не менее 2,5 мм², цепи напряжения проводом сечением не менее 1,5 мм². Для удобства обслуживания рекомендуется использовать промежуточные клеммники с возможностью шунтирования токовых цепей, разрыва цепей напряжения.



В зависимости от используемой схемы подключения на этапе настройки ЭНИП-2 с помощью ПО «ES Конфигуратор» установить трех- или четырехпроводную схему.

7.3 Подключение к цепям дискретных сигналов

Для исполнения ЭНИП-2-...-X1

цепи дискретного ввода

Дискретные сигналы подключать к ЭНИП-2 при условии внешнего питания этих цепей напряжением 20...250 В (возможно применение постоянного или переменного напряжения, рекомендуется постоянное) – т.е. « контакт» (Wet Contact).

ЭНИП-2 версии hardware 2 требует подачи внешнего питания.

ЭНИП-2 версии hardware 3 имеет встроенный источник 24 В= (клемма 20), который можно использовать для питания («смачивания») «сухих» контактов.

Встроенные дискретные входы ЭНИП-2 позволяют подключать 4 или 8 сигналов. При необходимости расширения количества подключаемых сигналов можно использовать ЭНМВ-2-4/3R или ЭНМВ-1.

Наличие в ЭНМВ-2-4/3R или ЭНМВ-1 встроенного источника постоянного напряжения 24 В позволяет подключать как к самому ЭНМВ, так и к ЭНИП-2 дискретные сигналы типа «сухой контакт» (Dry Contact). Таким образом, ЭНИП-2 и ЭНМВ-2-4/3R или ЭНИП-

2 и ЭНМВ-1 обеспечивают подключение как потенциальных дискретных сигналов, так и «сухих контактов». В качестве примера на рисунке 7.2 показано, как к ЭНИП-2 подключить дискретные сигналы. Не обязательно, но в ряде случаев (дискретные сигналы на территории ОРУ), для повышения помехоустойчивости рекомендуется устанавливать параллельно входам DI сопротивления номиналом 43 кОм или 56 кОм мощностью не менее 2 Вт. Также на рисунке 7.3 показано одновременное подключение дополнительных модулей и подключение к ним дополнительных сигналов (ЭНМВ-2-4/3R): DI1, DI2 – на напряжении оперативного питания, DI3, DI4 – с «сухих контактов» запитанных от встроенного источника 24 В. Допускается использовать встроенный источник 24 В для подключения «сухих контактов» к входам DI1...DI8 ЭНИП-2. Для этого нужно объединить общие контакты DI ЭНИП-2 и ЭНМВ-2 и подключить «сухие контакты» к входам ЭНИП-2 через питание 24В ЭНМВ-2.

Напряжение, с помощью которого обрабатываются дискретные сигналы, должно быть в диапазоне: 18...250 В для постоянного тока и 80...250 В переменного тока.



Рекомендуется для ввода сигналов телесигнализации использовать напряжение постоянного тока 24 или 220 В. Для сбора телесигнализации с территории ОРУ использовать постоянное напряжение 220 В.

Для небольших объектов (ТП, РТП) рекомендуется использовать постоянное напряжение 24 В, которым удобно одновременно обеспечить питание ЭНИП-2 и цепей телесигнализации (с точки зрения безопасности эксплуатации этот вариант предпочтительней).

Если же использование напряжения постоянного тока для телесигнализации не представляется возможным, можно осуществлять питание цепей телесигнализации напряжением переменного тока. Однако в этом случае необходимо принять меры по снижению помех (правильная прокладка кабельных линий, установка RC цепочек для фильтрации помех, правильная настройка параметров срабатывания дискретных входов).

Широкий диапазон входного напряжения дискретных входов ЭНИП-2 позволяет решать задачу контроля напряжения на отходящих кабелях сборок РУ 0,4 кВ. Для этого необходимо подключить цепи напряжения на дискретные входы, а вход DIC ЭНИП-2 соединить с шиной нейтрали РУ 0,4 кВ.

Для повышения надежности и безопасности эксплуатации электроустановок рекомендуется осуществлять подключение таких цепей через сопротивления (например, 200 кОм, 1 Вт или 100 кОм, 2 Вт). Сопротивления необходимо устанавливать в непосредственной близости от точки съема напряжения.

Цепи управления

Для выдачи команд телеуправления можно использовать встроенные дискретные выходы (модификации ЭНИП-2-...-11, ЭНИП-2-...-32) или внешние модули ввода-вывода ЭНМВ-1, ЭНМВ-2-4/3R.



К порту RS-485-2 ЭНИП-2 можно подключать только один ЭНМВ-2-4/3.

На рисунках 7.2 и 7.3 показаны случаи, когда к ЭНИП-2 подключены модули ЭНМВ-1-4/3R и ЭНМВ-1-0/3R. В данном случае при осуществлении информационного обмена возможна обработка до 12 дискретных сигналов и выдачи команд управления на 2 объекта (2 коммутационных аппарата).

При осуществлении информационного обмена с ЭНИП-2 возможна обработка до 32 дискретных сигналов или выдача команд телеуправления на 16 объектов (16 коммутационных аппарата).

Если ЭНМВ-2-4/3R не подключается к ЭНИП-2, то измерения, относящиеся к ЭНМВ-2 - U1,2,3, I0, U0 неактуальны и нет необходимости включать их в перечень запрашиваемых параметров.

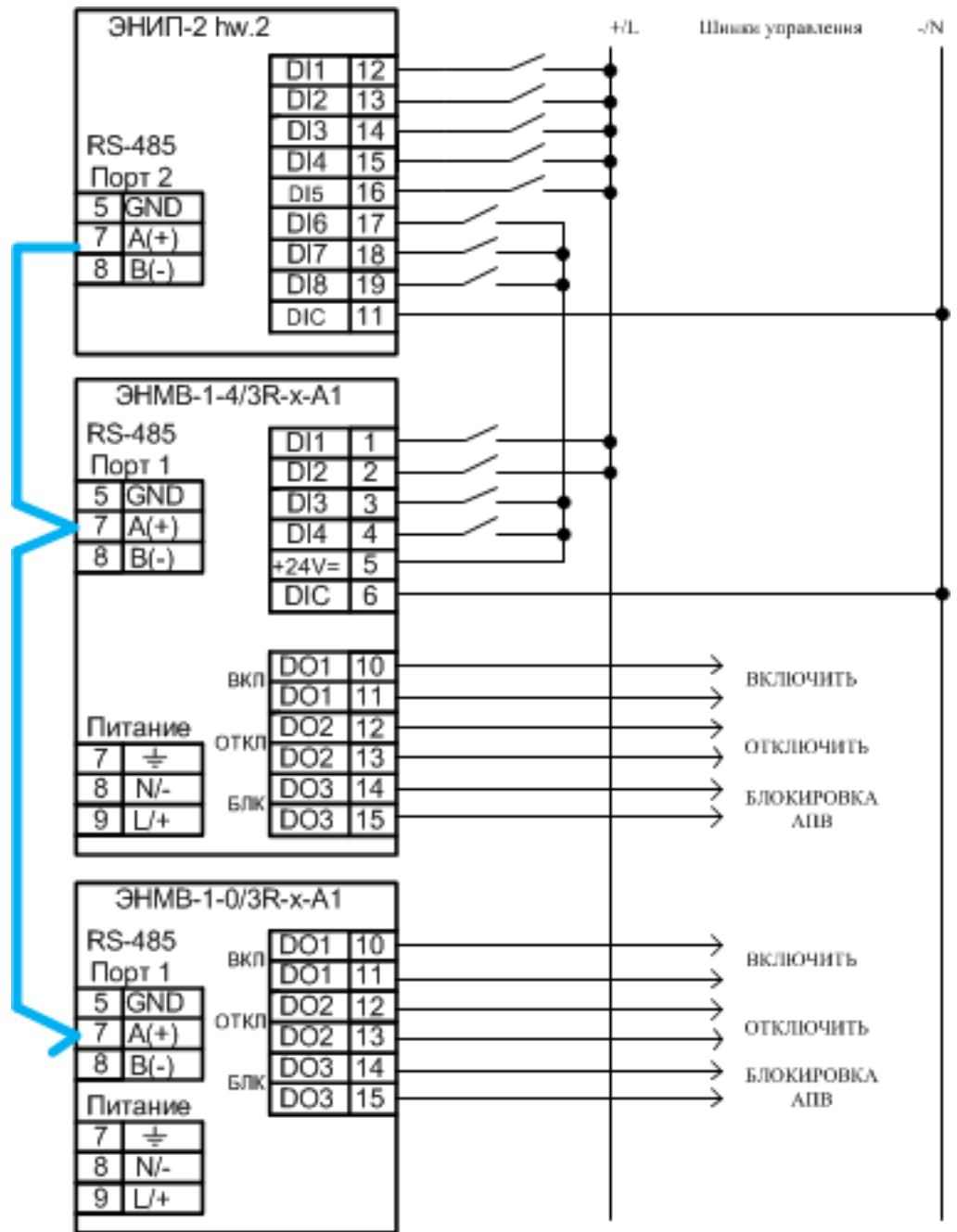


Рисунок 7.2. Пример подключения к ЭНИП-2-...-X1 дискретных сигналов для версии hardware 2.X

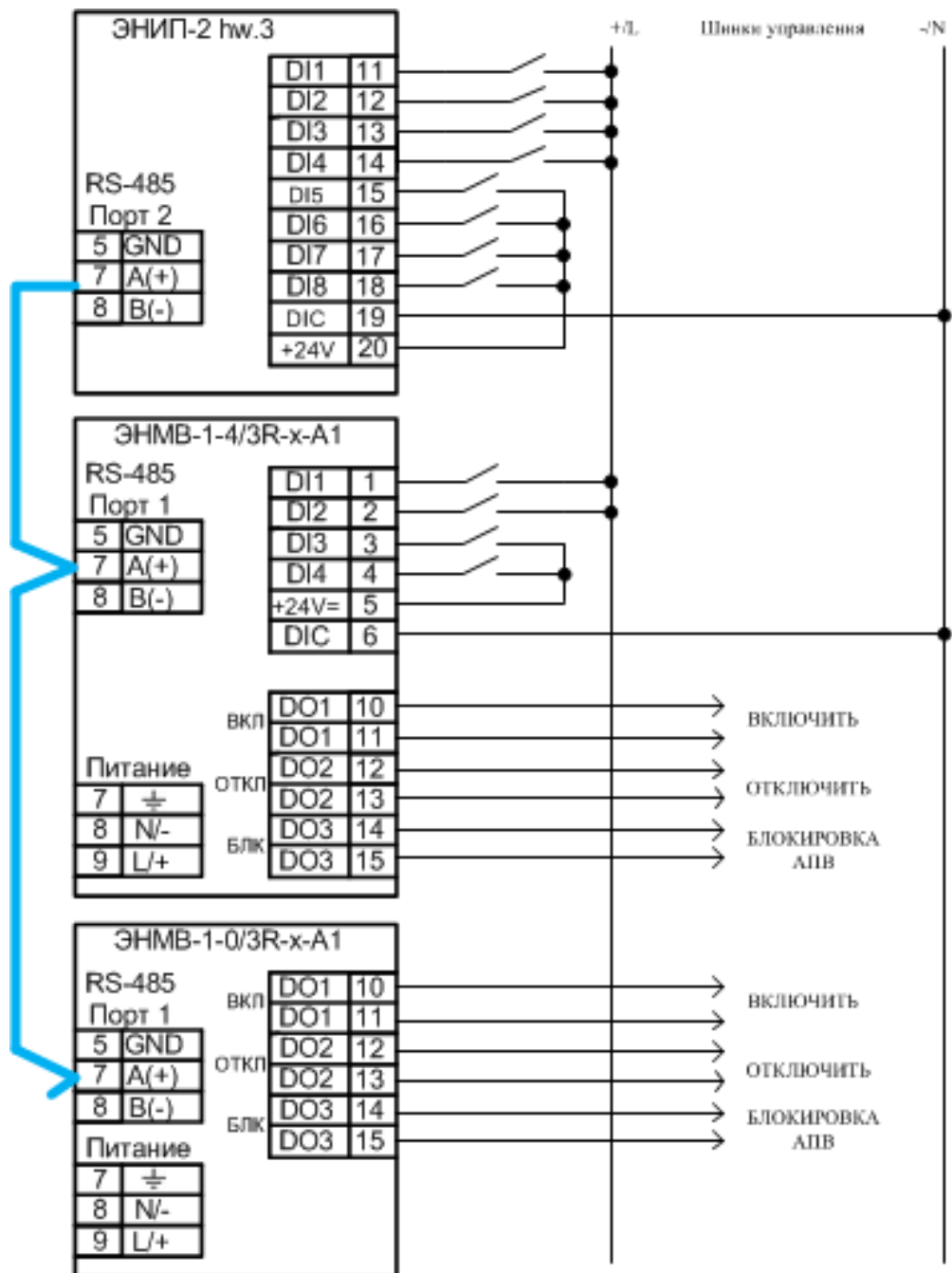


Рисунок 7.3. Пример подключения к ЭНИП-2-...-X1 дискретных сигналов для версии hardware 3.X (наличие на ЭНИП-2 клеммы 20 «+24V»).

Для подачи команд управления на ЭНИП-2-...-11 (встроенные дискретные выходы) необходимо использовать промежуточные реле и рекомендуемую схему подключения.

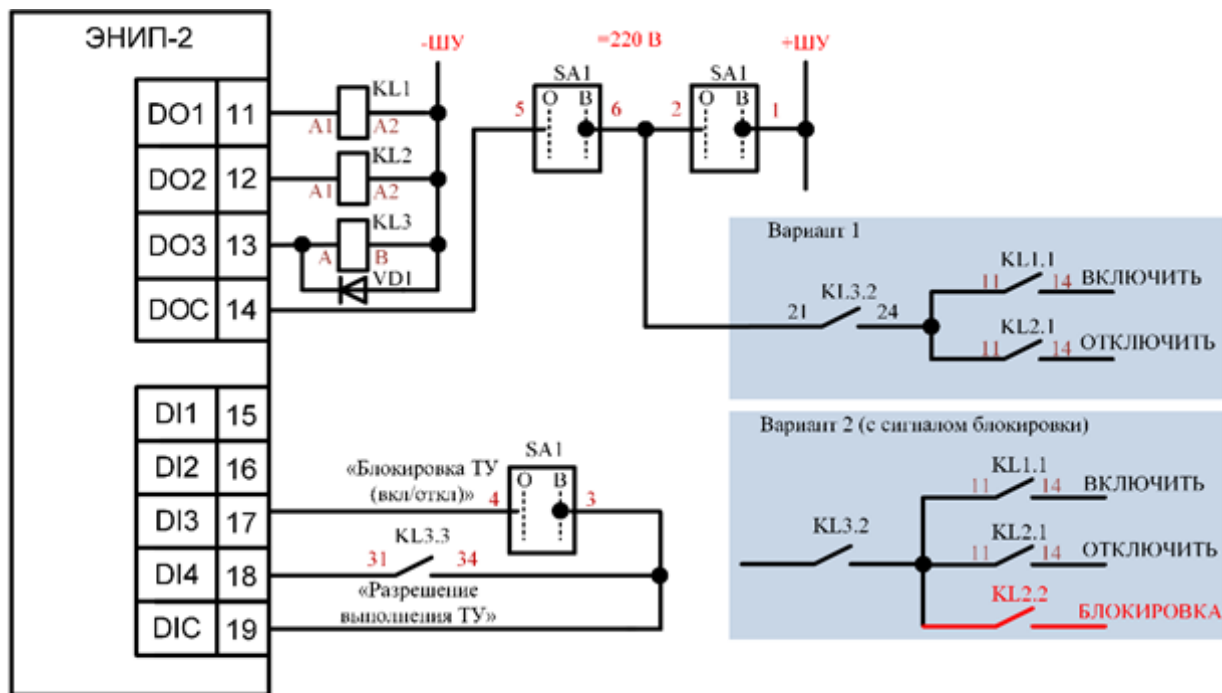
Рекомендуемые типы промежуточных реле:

- Переменный ток: Finder 55.33.8.230.0010, Relpol (R4-2014-23-5230-WT) или аналогичные.
- Постоянный ток: Finder 55.33.9.220.0010, Relpol (R4-2014-23-1220-WT) или аналогичные.

Рекомендуемая схема включения дискретных выходов ЭНИП-2-...-11 в схему управления коммутационного оборудования электроустановок представлена на рисунке 7.4.

Режим телеуправления коммутационным оборудованием предусматривает обязательный контроль готовности исполнительных цепей, а также возможность блокировки телеуправления. Готовность выполнения телеуправления контролируется по состоянию входа DI настроенного для этого, на схеме для этого используется DI4. В случае разрешения телеуправления цепи включения или отключения (контактные группы реле KL1, KL2, подключенных к выходам DO1 или DO2), формируемые рекомендуемой схемой (рисунок А1.1), включены последовательно с дополнительной контактной группой контрольного реле KL3, что исключает несанкционированное управление коммутационным оборудованием. Подключение к дискретному входу Пакетный выключатель SA1 используется для подачи питания с шин управления на схему телеуправления. Также подключение к входу DI3 (или любому другому свободному входу) контактов SA1 позволяет контролировать состояние ключа «местное/дистанционное управление выключателем» - контроль должен осуществляться средствами ОИК.

Для гашения ЭДС самоиндукции, возникающей при размыкании контактов реле, рекомендуется параллельно реле устанавливать диоды КД105, или аналогичный.



VD1- КД105 (или аналогичный)

Рисунок 7.4. Рекомендуемая схема подключения дискретных выходов ЭНИП-2-...-11 к схеме управления коммутационным оборудованием.

Ниже на рисунке 7.5 показаны различные варианты подключения ЭНИП-2-...-X1 к внешним модулям. Общее правило таково – не больше 4 блоков, из которых один может быть ЭНМВ-2-4/3R.

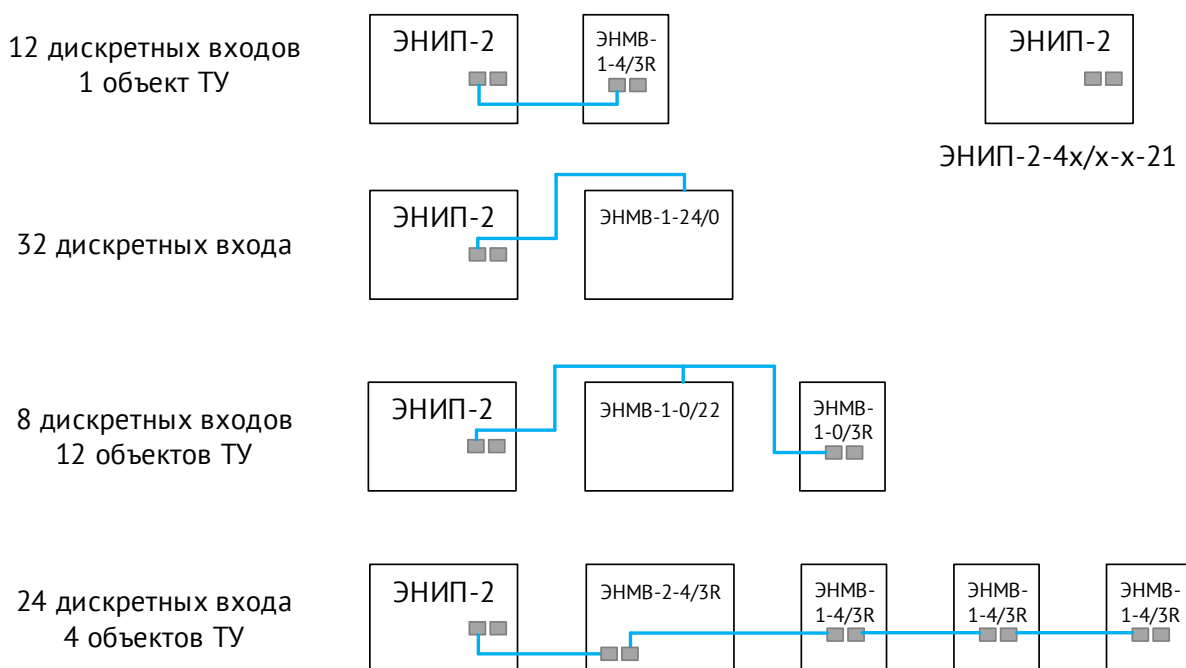


Рисунок 7.5. Примеры схем подключения ЭНИП-2-...-X1 к внешним модулям.

ЭНИП-2-...-32

цепи дискретного ввода (клеммы DI1...DI12)

Дискретные сигналы подключать к ЭНИП-2 при условии внешнего питания этих цепей напряжением 18...36 В (возможно применение по заказу других уровней напряжения питания постоянного напряжения) – т.е. смачиваемый контакт (Wet Contact). Состояние входа отображается на индикаторах DI1...DI12.

Встроенные дискретные входы ЭНИП-2 позволяют подключать до 12 сигналов. Встроенный источник 24 В= предназначен для подключения «сухих контактов». Для этого нужно запитать «сухие контакты» от клеммы =24В.

цепи контроля наличия напряжения (клеммы L1, L2, L3)

ЭНИП-2-...-32 позволяет решать задачу контроля напряжения на отходящих кабелях - сборок РУ 0,4 кВ или кабелях 6-20 кВ при подключении через емкостные делители. Каждый вход имеет настраиваемые уставки срабатывания. Факт отработки уставки отражается на индикаторах L1, L2, L3. Индикатор горит зелёным – уставка включена,

мигает зелёным – срабатывание по понижению напряжения, мигает красным – срабатывание по превышению напряжения. Настройка срабатывания осуществляется посредством ПО «ES конфигуратор»

Для повышения надежности и безопасности эксплуатации электроустановок рекомендуется осуществлять подключение цепей 0,4 кВ к входам L1, L2, L3 (наконечники кабелей 0,4 кВ отходящих потребительских фидеров) через сопротивления (например, 200кОм, 1 Вт или 100 кОм, 2 Вт). Сопротивления необходимо устанавливать в точке съема напряжения.

цепи управления:

С помощью встроенных релейных выходов и дополнительных внешних блоков – модулей ввода/вывода ЭНМВ-1-Х/3R ЭНИП-2 можно использовать для выдачи команд телеуправления – до 16 объектов телеуправления;



К порту RS-485-2 ЭНИП-2 можно подключать от 1 до 4 ЭНМВ-1.

Для инициализации обмена между ЭНИП-2 и ЭНМВ-1 необходимо в конфигураторе настроить порт RS-485-2:

- Выбрать в качестве протокола обмена Modbus RTU, настроить скорость, соответствующую ЭНМВ (рекомендуется 115200);
- Настроить внешние устройства, указав типы и связанные адреса (в диапазоне 2...254, при этом адрес внешних устройств не должен совпадать с адресом Modbus RTU RS-485-2 (по умолчанию 1)).

После записи этих настроек ЭНИП-2 начнет постоянный обмен данными с ЭНМВ-1 в режиме Master.

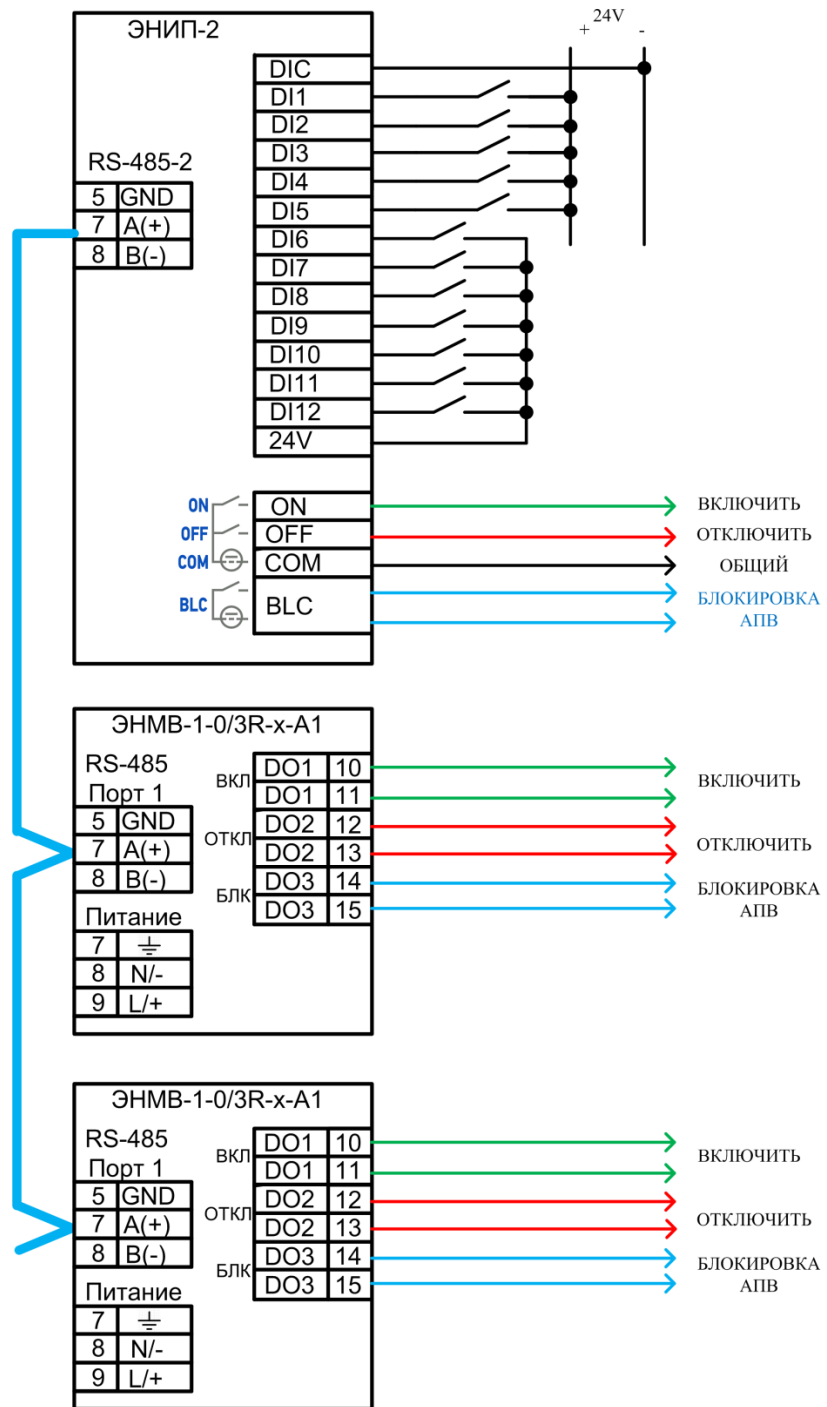


Рисунок 7.6. Пример подключения к ЭНИП-2-...-32 внешних дополнительных модулей.

Ниже на рисунке 7.7 показаны различные варианты подключения ЭНИП-2 к внешним модулям.

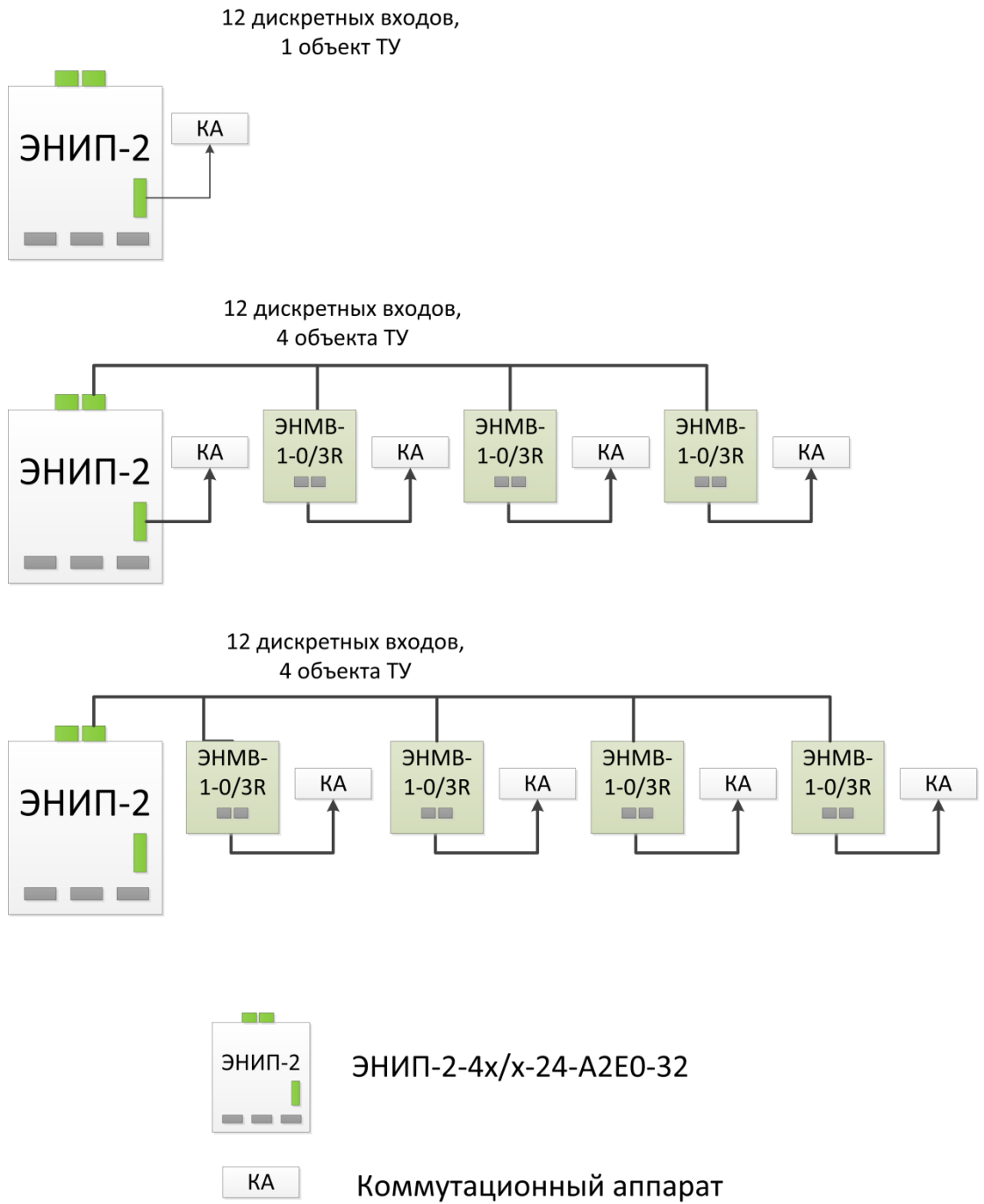


Рисунок 7.7. Схемы подключения ЭНИП-2-...-32 к внешним модулям.

Для исполнений ЭНИП-2-...-Х1 и ЭНИП-2-...-32

Для организации передачи двухэлементной информации ТС (двухпозиционные ТС) следует учитывать, что для одного объекта необходимо задействовать пару дискретных входов, например, DI1 и DI2, DI3 и DI4, DI5 и DI6, DI7 и DI8, DI9 и DI10, DI11 и DI12. Недопустимо использовать под один объект дискретные входы из разных пар. На дискретный вход с нечетным номером заводится сигнал «ВКЛ», а на вход с четным номером – сигнал «ВЫКЛ».

7.4 Подключение к датчикам

К дискретным сигналам ЭНИП-2 можно подключить внешние датчики. Примеры подключения индуктивных датчиков приведены на рисунке 9.8.

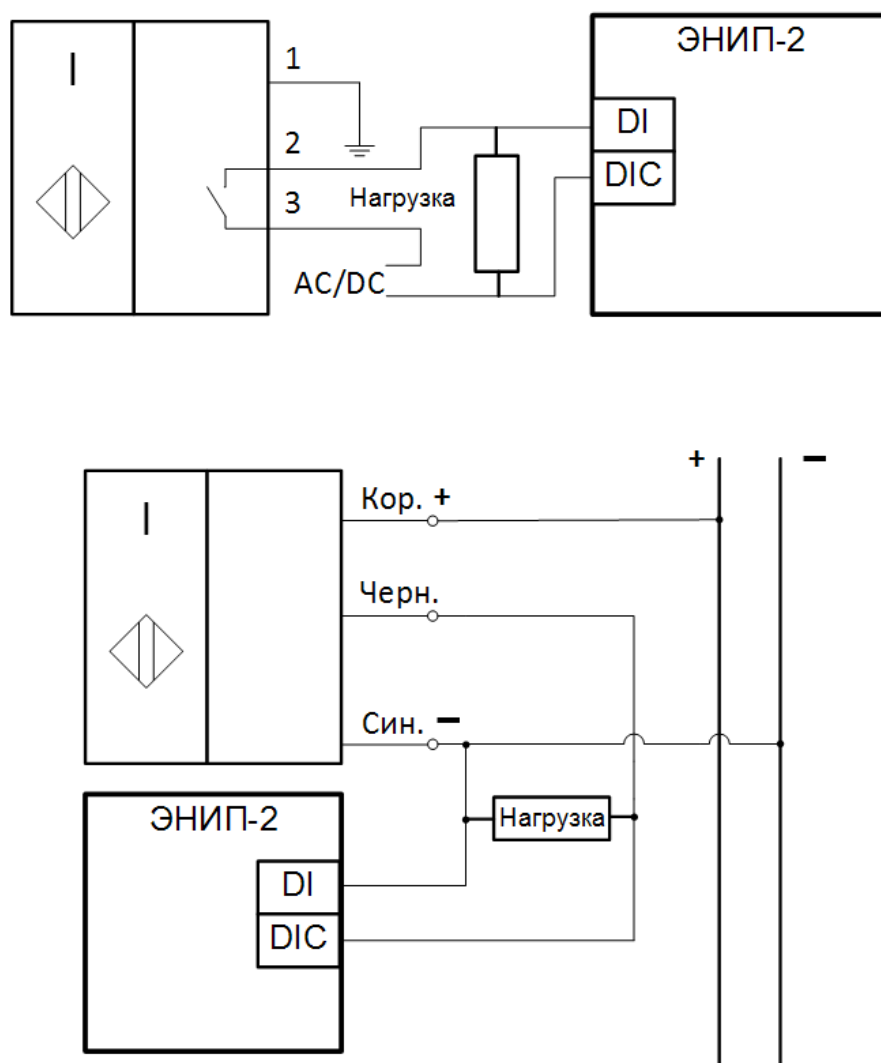


Рисунок 7.8. Примеры подключения индуктивных датчиков.

7.5 Подключение к внешним модулям индикации

к внешнему модулю индикации:

ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-32 позволяет подключить модуль индикации ЭНМИ к любому порту RS-485. Допускается подключение ЭНМИ к порту RS-485-2 одновременно с ЭНМВ-1-. Для этого необходимо:

- Установить у ЭНМИ протокол обмена Modbus RTU;
- Задать адрес 255, режим – Slave;
- Настроить порт RS-485-2 ЭНИП-2 на циклическую передачу (определить интервал передачи кратный 1 с), установить рекомендованную скорость 57600 бод;
- Адресация Modbus регистров ЭНИП-2 должна соответствовать настройкам ЭНМИ;
- Если присвоить указанные выше настройки нескольким ЭНМИ и подключить их к порту RS-485-2, то можно осуществлять передачу данных одновременно нескольким ЭНМИ.

Модуль индикации ЭНМИ выпускается в различных модификациях: со светодиодными индикаторами, монохромным ЖКИ или цветным ЖКИ с сенсорным экраном. ЭНМИ отображает все основные измеряемые и вычисляемые параметры, включая активную и реактивную энергию, частоту, состояние дискретных входов.

Схема подключения модулей индикации ЭНМИ к преобразователю ЭНИП-2 приведена на рисунке А 2.8.

Внешний вид и краткие сведения по ЭНМИ приведены ниже. Следует учитывать, что для корректной работы ЭНМИ необходимо соблюдать условия эксплуатации, указанные в руководстве по эксплуатации ЭНМИ.



Корпус ЭНМИ обеспечивает конструктивное совмещение с ЭНИП-2. Т.е. ЭНИП-2 может быть установлен не только на DIN-рельс, но и в ЭНМИ: ЭНИП-2 вместе с ЭНМИ может использоваться как щитовой прибор.



Разъем порта RS-485-2 совмещенный с питанием (5 В= – 2012 год или 24 В= – с конца 2013 года) для внешних модулей индикации позволяет осуществить подключение и информационных цепей RS-485 и обеспечить питание от ЭНИП-2 модуля ЭНМИ стандартным сетевым патч-кордом. Разрешается подключать питание 5 В= с ЭНИП-2 только на модули индикации модификации ЭНМИ-4-5-2, ЭНМИ-5-5-2. Не рекомендуется использовать питание ЭНИПа при длине кабеля более 20 метров.

Ниже представлены два варианта установки ЭНИП-2 и ЭНМИ в корпусе 120x120x49 мм (ВхШхГ):

- На дверь релейного отсека или панель управления **отдельно** от ЭНИП-2



Рисунок 7.9. Отдельная установка ЭНИП-2 от модуля индикации ЭНМИ.

- На дверь релейного отсека или панель управления **вместе** с ЭНИП-2



Рисунок 7.10. Совмещенная установка ЭНИП-2 с модулем индикации ЭНМИ, как щитового прибора.

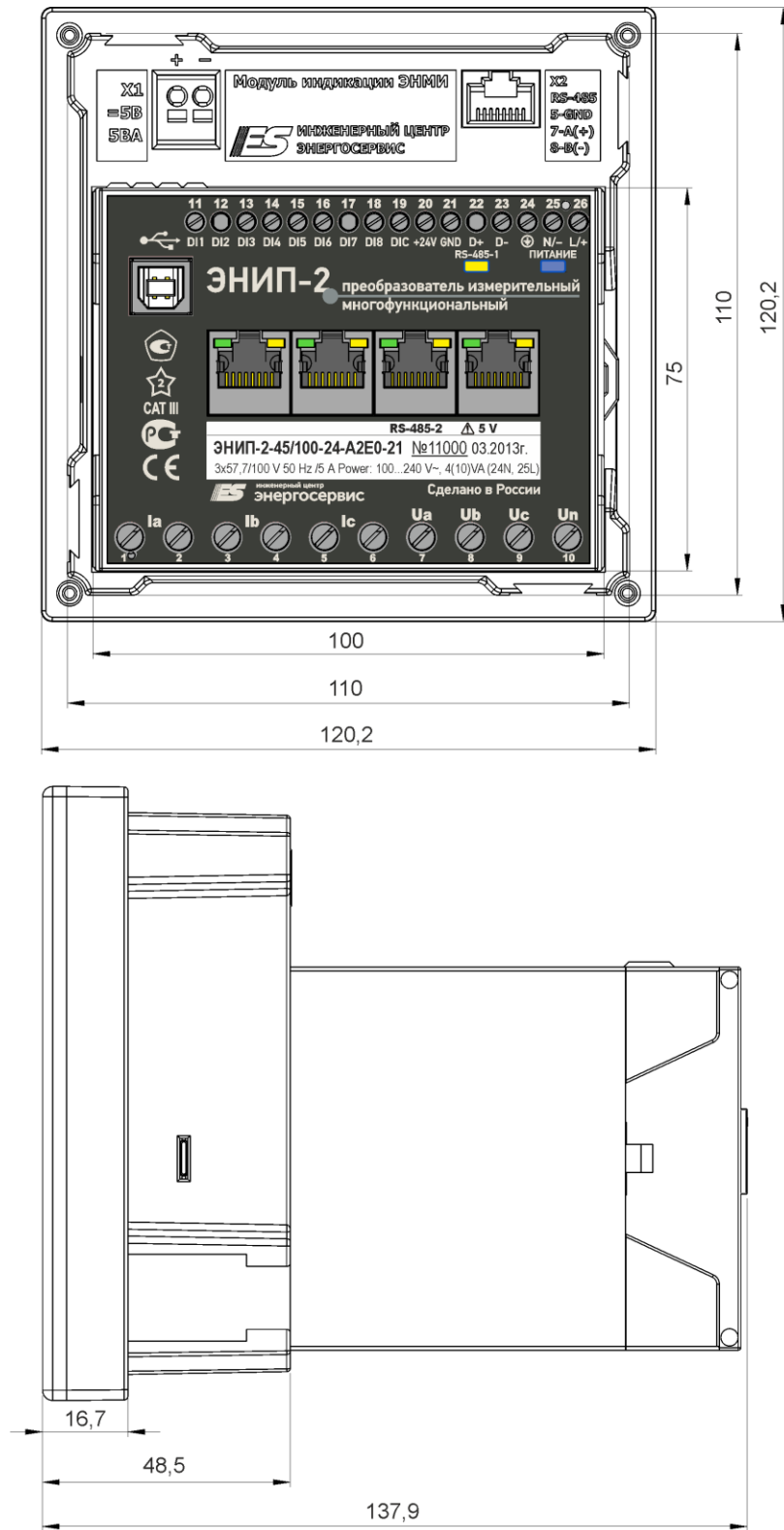


Рисунок 7.11. Габаритные размеры и схема совмещенной установки ЭНИП-2 с модулем индикации ЭНМИ, как щитового прибора.

ЭНМИ-3

светодиодные модули индикации



Семисегментные светодиодные индикаторы (3 строки по 4 разряда), высота цифр 20 мм

Дополнительные индикаторы, обозначающие текущий режим отображения

Кнопка регулировки яркости

Кнопки выбора режима отображения

ЭНМИ-4

графические модули индикации (монохромный FSTN-дисплей)



Главная экранная форма показывает схему присоединения с активными элементами, а также значения основных измерений. Доступны и другие экранные формы:

	A(AB)	B(BC)	C(CA)	Сум./Ср.
U, В	57.23	56.62	59.43	57.76
Uл, В	98.60	100.5	101.0	100.0
I, А	2.892	2.740	3.129	2.920
P, Вт	164.1	135.8	175.2	476.1
Q, вар	24.9	74.8	59.8	159.5
S, ВА	166.0	155.0	186.1	507.1
cosφ	0.984	0.865	0.939	0.929
Hz	49.990	ТС:	110	5

И _a	3.842	А
0	0	5
И _b	2.822	А
0	0	5
И _c	2.218	А
0	0	5

Р _{сум}	8,19	МВт
Q _{сум}	2,97	Мвар
I _{ср}	500,001	А
U _{л.ср.}	10,07	кВ

Адреса приборов	
Адрес	Объект
1	Яч. 12 "Город-1"
10	Яч. 5 РУ ШБ
Ввод	Назад

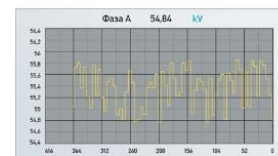
Кнопки выбора экранной формы и меню

ЭНМИ-5

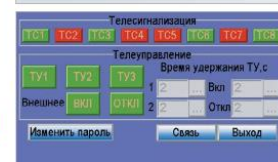
цветной TFT-дисплей с сенсорной панелью



- Отображение основных измеряемых величин многофункционального преобразователя ЭНИП-2;
- удобное управление и настройка индикатора с помощью сенсорной панели;
- большой набор экранных форм и режимов отображения информации.



Век	Ср (сум)	A (AB)	B (BC)	C (CA)
U _{лн} ,V	10,07	10,1	10,08	10,03
I _{лн} ,A	500,02	500,01	520,03	479,97
P _{лн} ,W	8,19	2,77	2,81	2,61
Q _{лн} ,Var	2,77	0,91	1,12	0,95
S _{лн} ,VA	8,72	2,92	3,03	2,78
cos	0,94	0,95	0,93	0,94
f _{лн} ,Hz	50,001			



Все модификации имеют регулировку яркости, возможность конфигурирования с помощью программного обеспечения, в том числе задания коэффициентов масштабирования, критической зоны по току или по напряжению.

ЭНИП-2 имеет в настройках коэффициенты трансформации трансформатора тока и трансформатора напряжения. Это коэффициенты могут быть использованы для того, чтобы ЭНМИ, считывая эти коэффициенты, мог отображать параметры с учетом коэффициентов трансформации.

7.6

Подключение к информационным цепям



Примечание: Для защиты интерфейсов RS-485 рекомендуется использовать устройства защиты от перенапряжения ESP-485-X, где X – количество каналов (ESP-485 выпускаются на один, или два канала).

- **к магистралям RS-485** – порты 1, 2, 3 (в зависимости от конфигурации системы телемеханики и настройки портов), используя соединительные провода, кабель типа «витая пара», распределительные розетки или клеммники с соблюдением магистральной топологии шина RS-485;
 - Подключение осуществлять в соответствии со схемами, приведенными в настоящем РЭ;
 - При распределении ЭНИП-2 по шинам RS-485 необходимо учитывать рекомендации ЭНКС-3 по количеству подключаемых на каждую шину преобразователей для соблюдения требуемых параметров по циклу опроса;
 - Для сбора данных с ЭНИП-2 по портам 1, 2, 3 допускается применение как прямых магистралей RS-485 ЭНКС-3 (ЭНКМ-3) – ЭНИП-2, так и сети сбора построенной на

базе сетевых коммуникационных устройств для организации асинхронных последовательных портов через сеть Ethernet (в этом случае необходимо учитывать возникающие задержки времени, вносимые коммуникационным оборудованием в циклы опроса ЭНИП-2).

- **к сети Ethernet** – используя промышленные коммутаторы, объединенные в локальную технологическую сеть с кольцевой или иной топологией (рекомендуется применять экранированные кабели и патч-корды).

7.7 Подключение к источнику точного времени

Для синхронизации встроенных часов ЭНИП-2-...-X1, ЭНИП-2-...-X2 необходимо использовать блок коррекции времени (БКВ) ЭНКС-2-Х.1.1. По полученным сигналам коррекции времени от БКВ ЭНИП-2 ведет отсчет точного времени и при передаче может присваивать метки времени данным измерений и зафиксированных изменений дискретных входов и выходов.

Подключение БКВ к ЭНИП-2 происходит по RS-485. При этом погрешность отсчета времени часов составляет не более 500 мкс, а точность привязки меток времени передаваемым параметрам не хуже 1 мс. При отсутствии синхронизации часов ЭНИП-2 от внешнего источника уход времени не превышает 5 с в сутки.

В ЭНИП-2-...-X3 предусмотрено два варианта синхронизации встроенных часов точного времени:

- от внешнего источника точного времени (точность не хуже 1 мкс). Рекомендуется использовать блок коррекции времени (БКВ) ЭНКС-2-Х.1.1 (IRIG-A);
- от встроенного приемника сигналов спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС (опция, модификация ЭНИП-2-...-23) (точность не хуже 200 нс).

Точность привязки меток времени передаваемым параметрам не хуже 1 мкс. При отсутствии синхронизации часов ЭНИП-2-...-X3 от внешнего источника уход времени не превышает 0,4 с в сутки.

Если по какой-либо причине утерян сигнал от спутников, то в течение 300 секунд ЭНИП рассчитывает углы векторов, продолжая получать время от встроенных часов, ранее синхронизированных от GPS-приемника. Векторы в этот период продолжают передаваться в том же темпе, как и до потери спутников. Спустя 300 секунд время встроенных часов уже не гарантируется с точностью 1 мкс и поэтому передача векторов по протоколу МЭК 60870-5-104 происходит раз в 1 секунду.

Выбор источника времени осуществляется в ПО «ES Конфигуратор»

8 Области применения

8.1 Системы телемеханики

ЭНИП-2 могут быть использованы в качестве источников данных распределенных систем телемеханики объектов различного уровня: систем телемеханики распределительных пунктов, подстанций, электростанций.

Сбор данных с ЭНИП-2 может осуществляться через КП телемеханики, с использованием серверов телемеханики (RTU) или напрямую в сервера АСУ ТП (SCADA).

В настоящем руководстве в качестве примера приводится использование преобразователей ЭНИП-2 совместно с КП ТМ ЭНКС-3м, ЭНКМ-3 производства ООО «Инженерный центр «Энергосервис».

Для построения системы телемеханики на базе ЭНИП-2 необходимо определить места размещения оборудования: ЭНИП-2 на панелях управления ОПУ, в шкафах учета или релейных отсеках ячеек ЗРУ, КРУН, ЭНКС-3/ЭНКМ-3 – в шкафу или стойке телемеханики.

В соответствии со схемами, приведенными в настоящем РЭ необходимо произвести подключение ЭНИП-2 к цепи электропитания.

8.2 Цифровая подстанция

Основное назначение ЭНИП-2 в рамках цифровой подстанции – реализация функций контроллера, используемого для осуществления измерений основных параметров сети на контролируемом присоединении, контроля состояния коммутационных аппаратов и защит, а также выдачи команд управления.

Благодаря соответствию МЭК 61850, в частности поддержке протоколов передачи данных MMS (Manufacturing Message Specification) и GOOSE (Generic Object-Oriented Substation Event) ЭНИП-2-...-X1 готов к интеграции в подстанционную шину (Substation Bus).

Приложение Д описывает совместимость ЭНИП-2 с МЭК 61850 в различных аспектах (в настоящий момент представлены следующие разделы: ACSI CS - *Abstract Communication Service Interface Conformance Statement*, MICS - *Model Implementation Conformance Statement*, PICS – *Protocol Implementation Conformance Statement*, PIXIT - *Protocol Implementation Extra Information for Testing*).

Коммуникационные возможности ЭНИП-2-...-X1 в части передачи данных по протоколам стандарта МЭК 61850 обеспечивают:

- передачу данных по протоколу MMS (сервер);

- публикация GOOSE (до 8);
- подписка на GOOSE (до 10).

Совмещение возможностей публикации и подписки на GOOSE сообщения с программируемой логикой позволяет использовать ЭНИП-2 для реализации оперативных блокировок.

8.3 СМПР

Основной функцией интеллектуальных электронных устройств ЭНИП-2-...-ХЗ являются измерения синхронизированных векторов (синхрофазоров) токов и напряжений. Устройства ЭНИП относятся к устройствам синхронизированных векторных измерений (PMU, Phasor Measurement Unit) и могут быть использованы в системах мониторинга переходных режимов СМПР (WAMS, Wide Area Measurement System).

Для сбора данных должны быть использованы специализированные устройства сбора данных PDC (Phasor Data Concentrator). Стандартом IEEE C37.118-2001 предусмотрено использование специализированного протокола обмена данными между PMU и PDC – IEEE C37.118.2-2011. В ЭНИП дополнительно предусмотрено использование для передачи данных протокола МЭК 60870-5-104.

Для синхронизации встроенных часов реального времени ЭНИП с необходимой точностью их хода (не хуже 1 мкс) необходимо использовать внешний или внутренний источник синхронизации.

Если на объекте (электростанция, подстанция, распределительный пункт) устанавливается только одно устройство синхронизированных векторных измерений, то целесообразно использовать устройство сбора данных PDC. В этом случае предпочтительно использование модификаций ЭНИП со встроенным GPS/ГЛОНАСС -приемником.

Для построения системы сбора данных для СМПР необходимо определить места размещения оборудования: ЭНИП на панелях управления или релейных отсеках ячеек, PDC и БКВ – в шкафах-стойках или на панелях управления.

В соответствии со схемами, приведенными в настоящем РЭ необходимо произвести подключение ЭНИП:

- к измерительным цепям (рекомендуется использовать промежуточные клеммники с возможностью шунтирования токовых цепей, разрыва цепей напряжения) для модификаций ЭНИП-2-45(41) или к шине процесса согласно МЭК 61850-9-2LE для модификаций ЭНИП-2-0;
- к цепям сигнализации;

- к цепям питания – использовать гарантированное электропитание, обеспечить возможность снятия напряжения питания для проведения обслуживания и ремонта ЭНИП;
- к сети Ethernet – используя промышленные коммутаторы, объединенные в локальную технологическую сеть с кольцевой топологией, соединенные между собой и преобразователями ЭНИП с применением экранированных кабелей и патч-кордов.

В соответствии со схемами, приведенными в настоящем РЭ необходимо произвести подключение информационных шин от ЭНИП к PDC.

9 Диагностика состояния ЭНИП-2

ЭНИП-2-...-X1 и ЭНИП-2-...-X2 обеспечивает постоянную самодиагностику состояния. При необходимости диагностическая информация может быть передана по интерфейсам. В частности, в рамках протоколов Modbus RTU/TCP, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 имеется возможность получения регистра «Диагностическое слово». Данный регистр содержит текущий набор состояний самодиагностики. Также диагностика может быть настроена для передачи в DIO.

Значение «диагностического слова»	Расшифровка состояния
0x0001	Неисправность АЦП/Отсутствие внешнего питания
0x0002	Нет связи с портом Ethernet
0x0004	Неисправность внутренних часов
0x0008	Напряжение батареи меньше 2,5 В
0x0010	Более 5 неудачных попыток авторизации в течение минуты, авторизация заблокирована на минуту
0x0020	Нет связи по шлейфу (для ЭНИП-2 с двумя портами Ethernet)
0x0040	Отсутствует синхронизация времени (если настроен период актуальности синхронизации)
0x0080	Ошибка опроса внешних устройств
0x0100	Неисправность канала TV

Для передачи слова по протоколам МЭК 60870-5-101/104 необходимо для данного регистра включить адаптивную передачу.

Дополнительно отдельным регистром ЭНИП-2 передает значение температуры внутри корпуса, что также может быть использовано в целях диагностики состояния оборудования.

Следует отметить, что при передаче данных в рамках протоколов МЭК 60870-5-101/104, имеющиеся для каждого передаваемого элемента информации описатели качества (IV, NT) позволяют также правильно оценивать и обрабатывать эти данные. Бит IV, принимающий значения Invalid/Valid в случае Invalid используется для оповещения получателя информации о том, что данное измерение/состояние не является корректным и не может быть использовано. Бит NT (Not Topical/Topical) свидетельствует о том, является ли значение актуальным: оно не является актуальным, если не было обновлено в течение указанного интервала времени или оно не доступно.

Модификации ЭНИП-2-...-X3 осуществляют постоянную самодиагностику, в процессе которой проверяется работоспособность порта Ethernet, батареи, LED-дисплея, АЦП. Передача диагностического состояния осуществляется по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004.

10 Маркировка и пломбирование

10.1 Маркировка

На лицевой панели преобразователей ЭНИП-2 нанесено:

- наименование прибора «преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2», логотип «ЭНИП-2»;
- условное обозначение преобразователя;
- логотип предприятия-изготовителя;
- порядковый номер и год изготовления;
- номинальное значение измеряемого напряжения;
- номинальное значение измеряемого тока;
- номинальная частота измеряемых параметров;
- обозначение клемм для подключения питания «Питание»;
- обозначение интерфейсов;
- маркировка контактов клемм для подключения цепей дискретных сигналов;
- маркировка контактов клемм для подключения измеряемых напряжений и токов;
- вид питания, номинальное значение напряжения и частоты питающей сети, максимальная мощность в ВА;
- изображение Знака утверждения типа;
- изображение Знаков соответствия ЕАС и СЕ;

Поверительное клеймо в виде наклейки наносится на верхнюю или боковую часть корпуса ЭНИП-2 в зависимости от исполнения.

Содержание маркировки транспортной тары, места и способы ее нанесения соответствуют:

- для транспортной тары - ГОСТ 14192-96;
- для потребительской тары - ГОСТ 9181-74.

Транспортная маркировка содержит манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх», «Ограничение температуры» от минус 50 до плюс 70 °С.

10.2 Пломбирование

Пломбирование преобразователей ЭНИП-2 производится наклейками «Гарантия» с датой пломбирования (месяц и год).

Места расположения наклеек «Гарантия» – стык соединения корпуса и верхней крышки преобразователя.

11 Транспортировка и хранение

Преобразователи ЭНИП-2 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 преобразователей ЭНИП-2 в контейнерах и пакетами. Средства пакетирования - по ГОСТ 24597.

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

Хранение преобразователей ЭНИП-2 на складах предприятия-изготовителя (потребителя) - по ГОСТ 22261-94.

12 Упаковка

Преобразователи ЭНИП-2 поставляются в транспортной таре.

Преобразователи ЭНИП-2-...-Х1, ЭНИП-2-...-Х2 упаковываются в индивидуальную упаковку 125x125x175 мм, вариант защиты ВЗ-10 по ГОСТ 9.014.

В упаковку укладывается 1 комплект преобразователя ЭНИП-2, указанный в разделе 3.

Количество преобразователей ЭНИП-2 индивидуально упакованных и укладываемых в транспортную тару, габаритные размеры, масса нетто и брутто - в зависимости от заказа. Типовая транспортная тара:

- гофрокороб размерами 375x350x250 мм, вмещающий 12 индивидуальных упаковок 125x125x175 мм;
- гофрокороб размерами 345x255x135 мм, вмещающий 4 индивидуальных упаковки 125x125x175 мм.

Масса преобразователей ЭНИП-2 в зависимости от исполнения приведена в таблице 12.1.

Таблица 12.1

Исполнение преобразователей ЭНИП-2	Масса нетто, не более, кг	Масса брутто, не более, кг
ЭНИП-2-...-Х1	0,55	0,70
ЭНИП-2-...-Х2	0,50	0,65
ЭНИП-2-...-Х3	0,85	1,00

Приложение А1. Схемы подключения преобразователей ЭНИП-2-...-Х1, ЭНИП-2-...-Х3

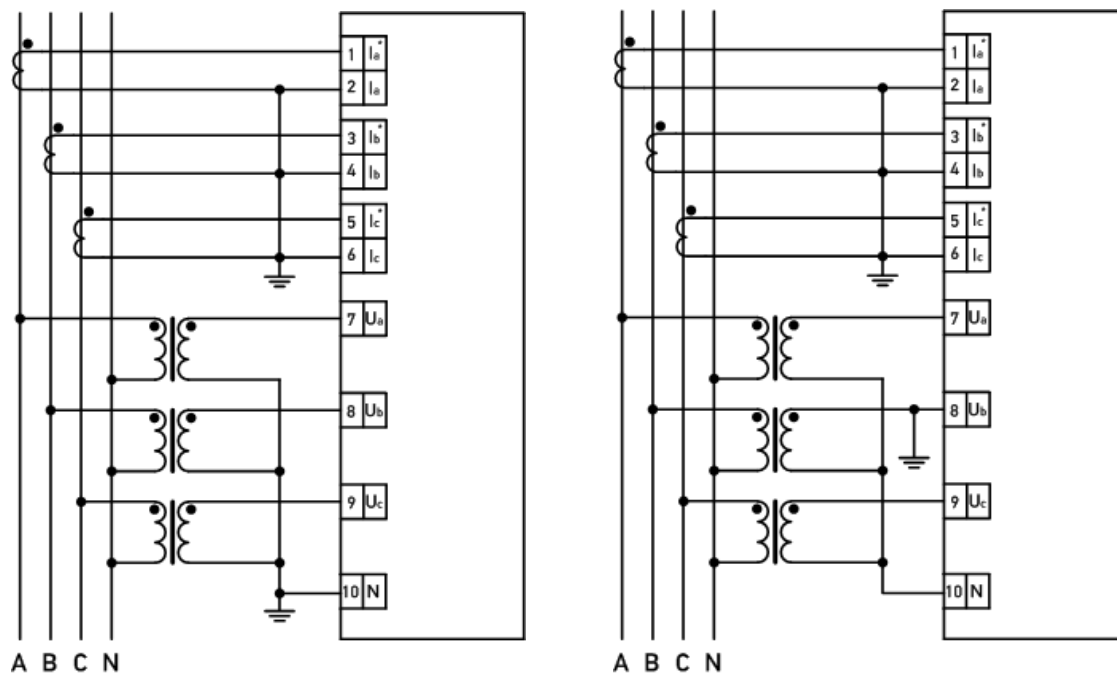


Рисунок А1.1. Схемы подключения преобразователей ЭНИП-2-4Х/100-... для трехфазной четырехпроводной сети: 4LN3 или 4LL3 (ЭНИП-2-4Х/100-Х-Х-Х1- настроен на измерение в режиме схемы «4 проводная»).

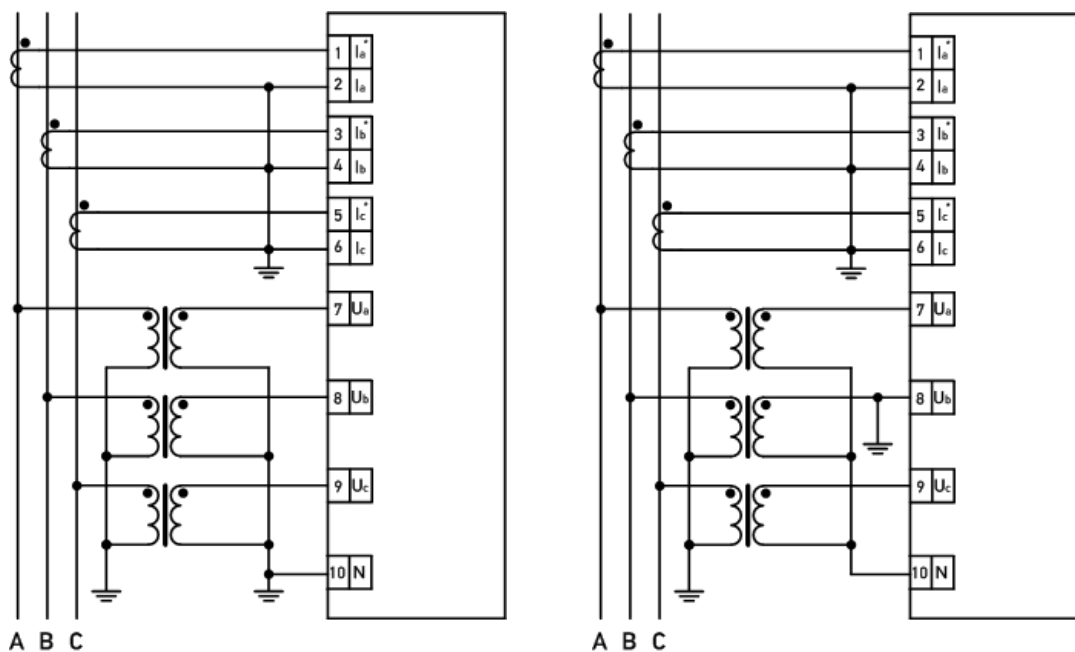


Рисунок А1.2. Схемы подключения преобразователей ЭНИП-2-4Х/100-Х-Х-Х1 для трехфазной трехпроводной сети: 4LN3 или 4LL3 (ЭНИП-2 настроен на измерение в режиме схемы «4-проводная»).

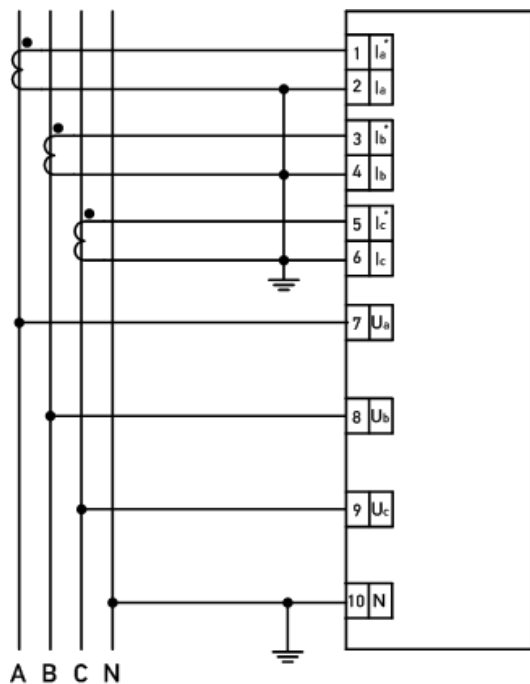


Рисунок А1.3. Схема подключения преобразователей ЭНИП-2-4X/380-... для трехфазной четырехпроводной сети 220 (380) В: 4LN3 или 4LL3 (ЭНИП-2-4X/380-Х-Х-Х1 настроен на измерение в режиме схемы «4-проводная»).

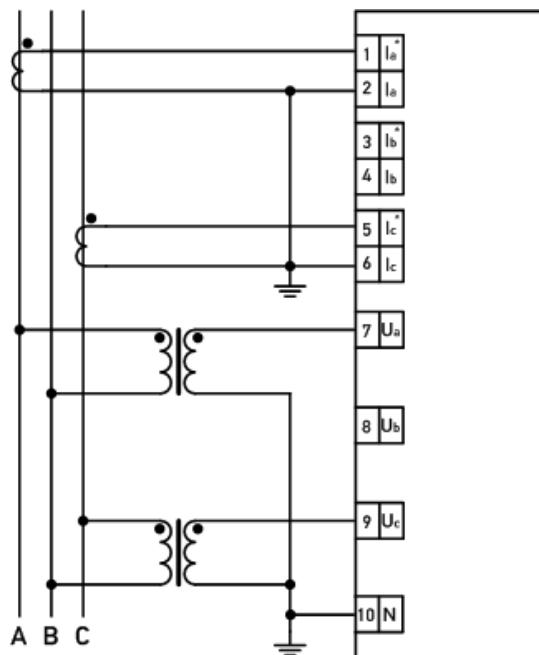
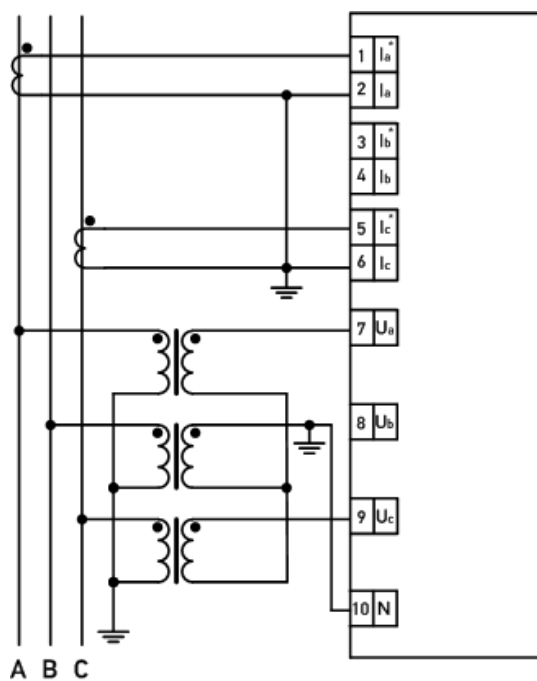
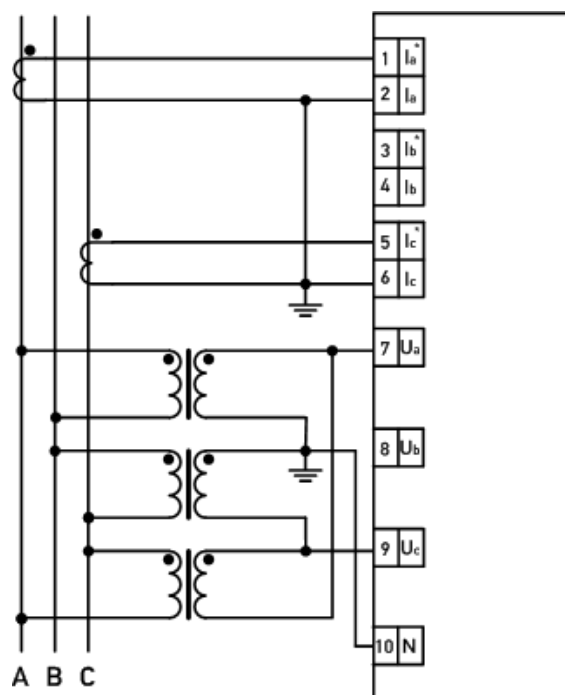


Рисунок А1.4. Схема подключения преобразователей ЭНИП-2-4X/100-Х-Х-Х1 для трехфазной трехпроводной сети с двумя ТН: 3OP2 (ЭНИП-2 настроен на измерение в режиме схемы «3-проводная»).



ТН соединены по схеме «звезда»



ТН соединены по схеме «треугольник»

Рисунок А1.5. Схема подключения преобразователей ЭНИП-2-4Х/100-Х-Х-Х1 для трехфазной трехпроводной сети с тремя трансформаторами напряжения: 3LL2 (ЭНИП-2 настроен на измерение в режиме схемы «3-проводная»).

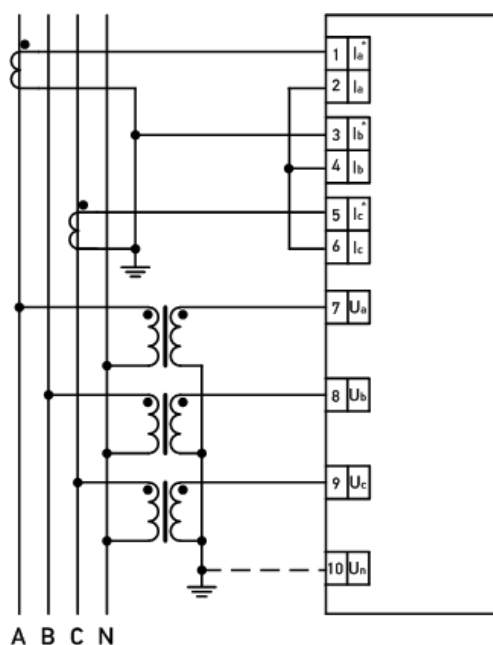


Рисунок А1.6. Схема подключения преобразователей ЭНИП-2-4Х/100-Х-Х-Х1 для трехфазной трехпроводной сети с тремя трансформаторами напряжения без нейтрали, двумя трансформаторами тока: 4LN2 (ЭНИП-2 настроен на измерение в режиме схемы «4-проводная»).



Не рекомендуется использовать данную схему подключения, так как не гарантирована точность измерения фазных напряжений и мощностей. Схема подключения может быть использована только в исключительных случаях, когда необходимо измерять 3 фазных тока, 3 фазных напряжения, 3 фазных мощности, но имеются ограничения по подключению: цепи напряжения представлены тремя проводами без нейтрального провода, цепи тока – двумя трансформаторами тока.

Приложение А2. Схемы подключения преобразователей ЭНИП-2-...-32

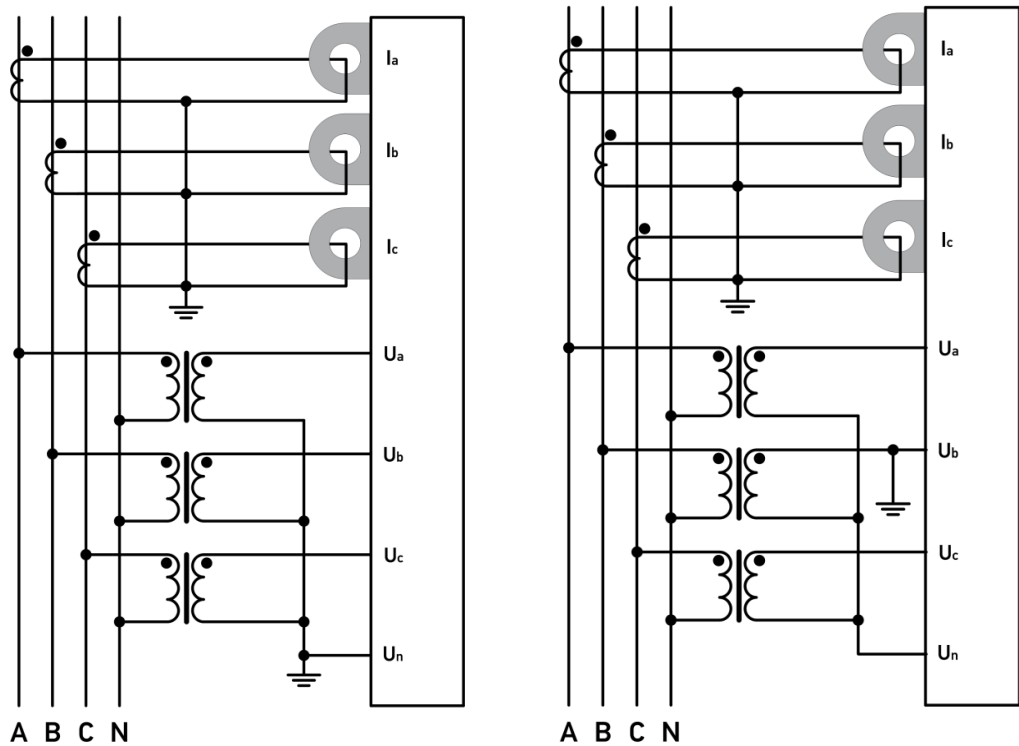


Рисунок А2.1. Схема подключения преобразователей ЭНИП-2-4X/100-24-A2E0-32 для трехфазной четырехпроводной сети: 4LN3 или 4LL3 (ЭНИП-2 настроен на измерение в режиме схемы «4-проводная»).

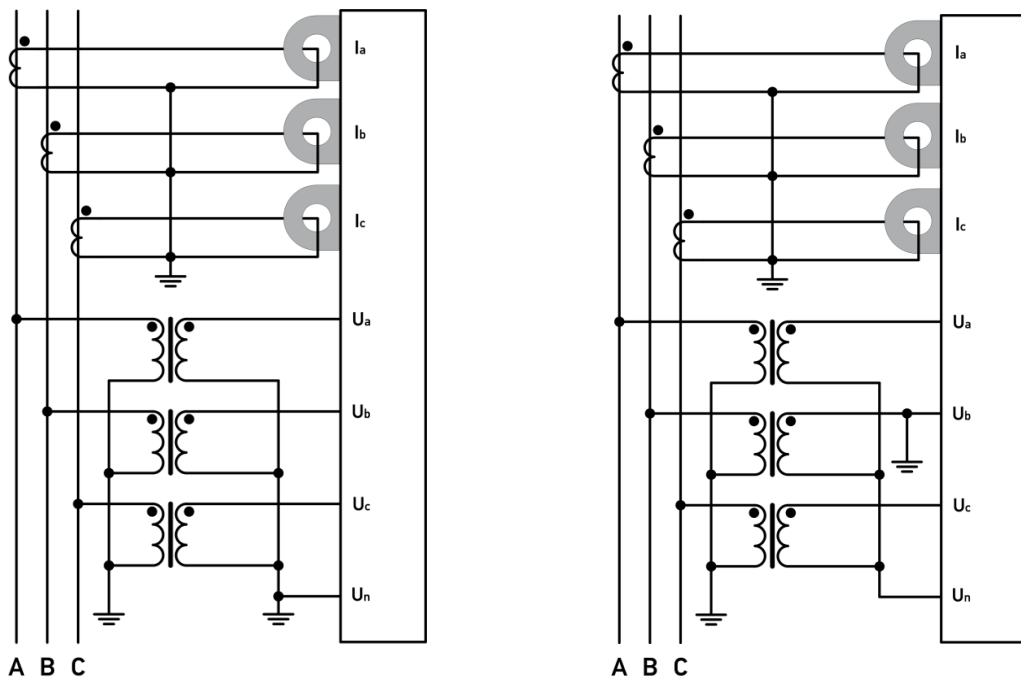


Рисунок А2.2. Схема подключения преобразователей ЭНИП-2-4X/100-24-A2E0-32 для трехфазной трехпроводной сети: 4LN3 или 4LL3 (ЭНИП-2 настроен на измерение в режиме схемы «4-проводная»).

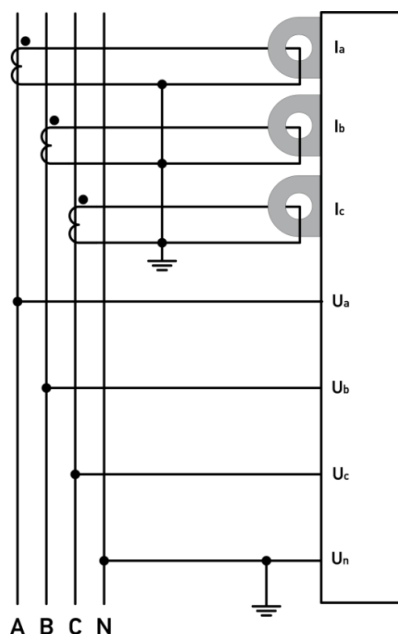


Рисунок А2.3. Схема подключения преобразователей ЭНИП-2-4X/380-24-А2Е0-32 для трехфазной четырехпроводной сети 220 (380) В: 4LN3 или 4LL3 (ЭНИП-2 настроен на измерение в режиме схемы «4-проводная»).

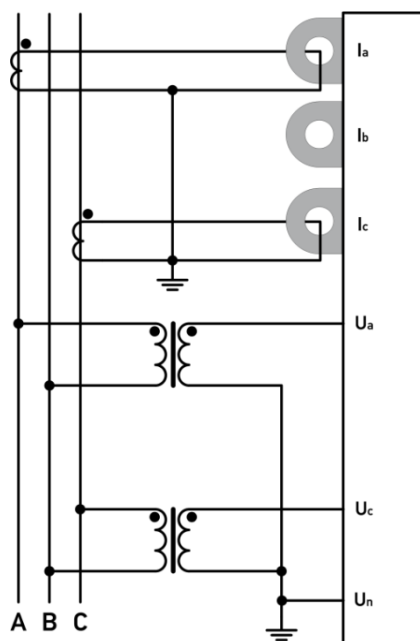
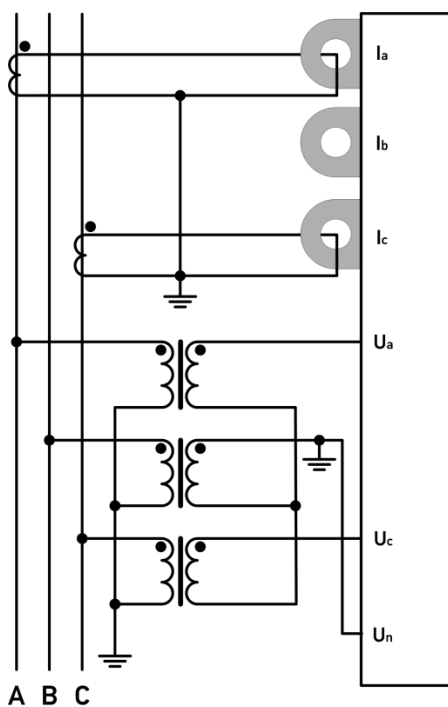
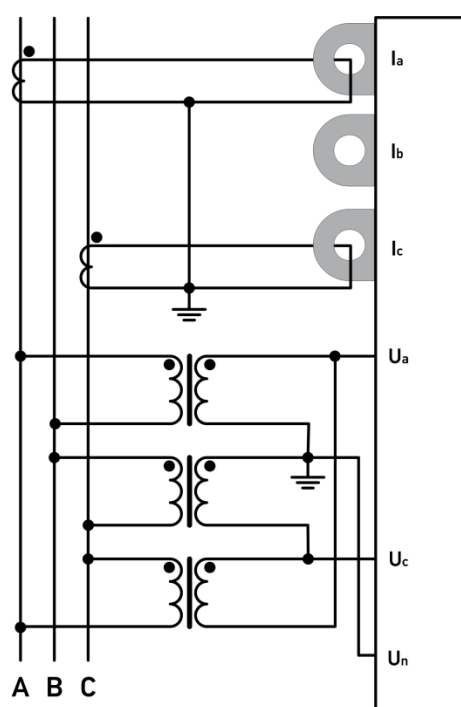


Рисунок А2.4. Схема подключения преобразователей ЭНИП-2-4X/100-24-А2Е0-32 для трехфазной трехпроводной сети с двумя ТН: 3ОР2 (ЭНИП-2 настроен на измерение в режиме схемы «3-проводная»).



ТН соединены по схеме «звезда»



ТН соединены по схеме «треугольник»

Рисунок А2.5. Схема подключения преобразователей ЭНИП-2-4X/100-24-А2Е0-32 для трехфазной трехпроводной сети с тремя трансформаторами напряжения: 3LL2 (ЭНИП-2 настроен на измерение в режиме схемы «3-проводная»).

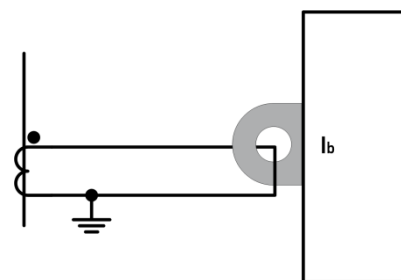
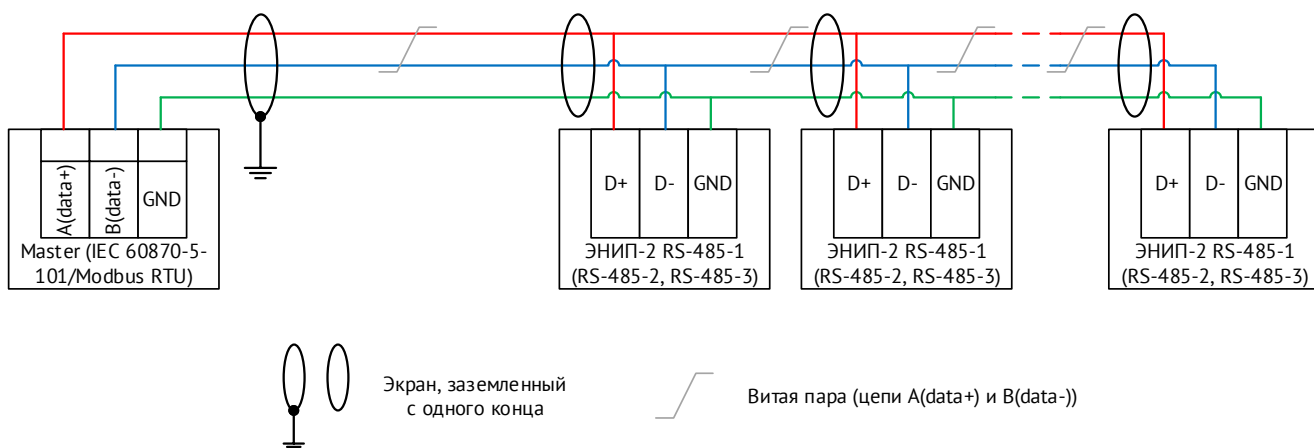


Рисунок А2.6. Схема подключения преобразователей ЭНИП-2-11/0-24-А2Е0-32 и ЭНИП-2-15/0-24-А2Е0-32 для измерения тока фазы.

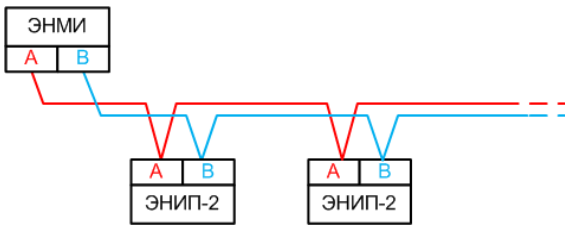
Приложение А3. Схемы подключения интерфейсов



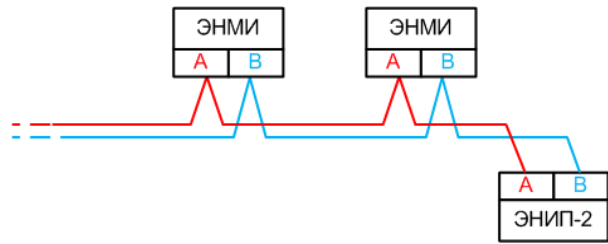
Для подключения к портам RS-485-2, RS-485-3 преобразователя ЭНИП-2-...-X1 используются следующие контакты разъема RJ-45: 7 – A(data+), 8 – B(data-), 5 – GND.

Рисунок А3.1. Схема подключения интерфейсов RS-485.

«Один ЭНМИ – несколько ЭНИП-2»

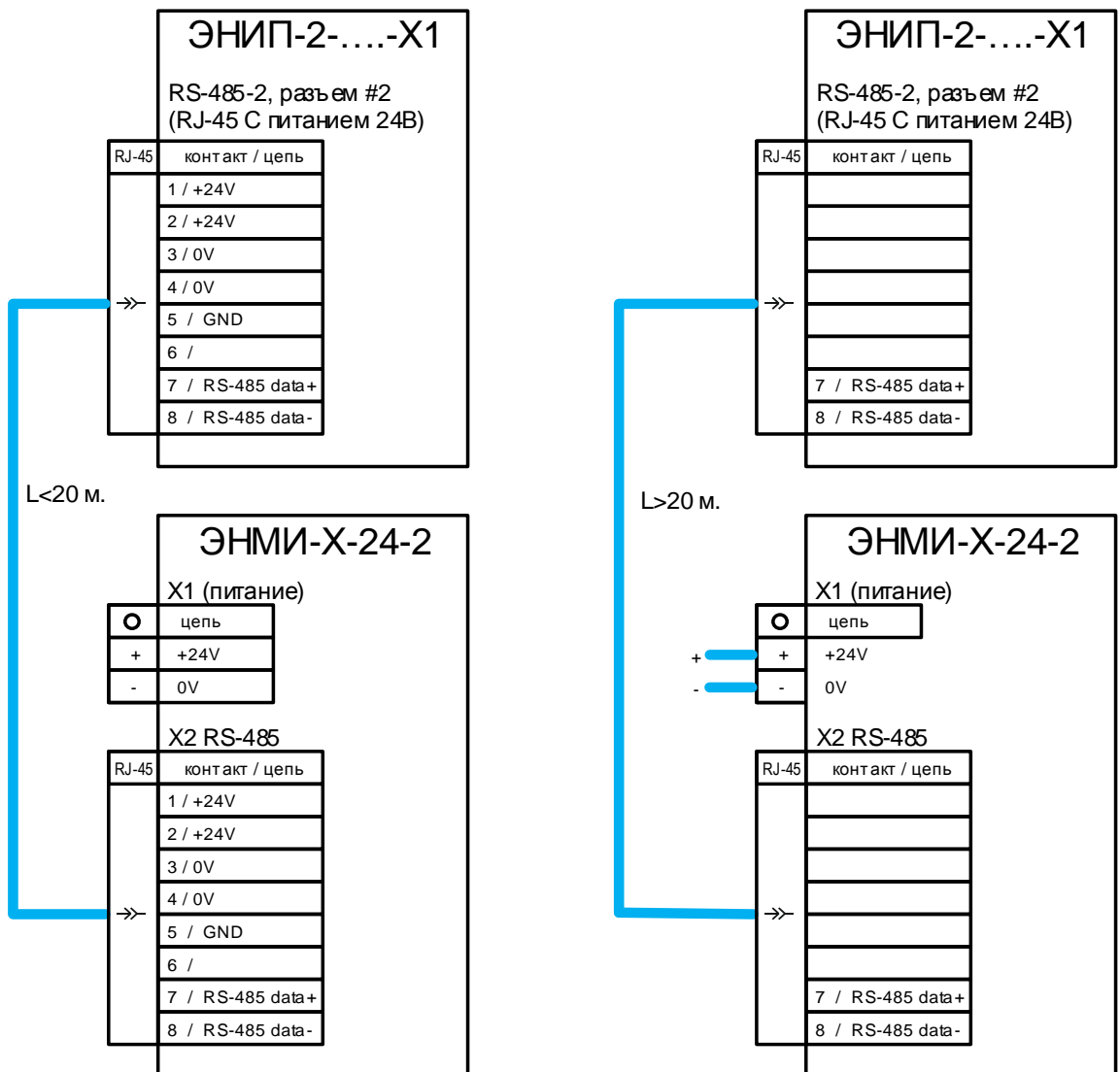


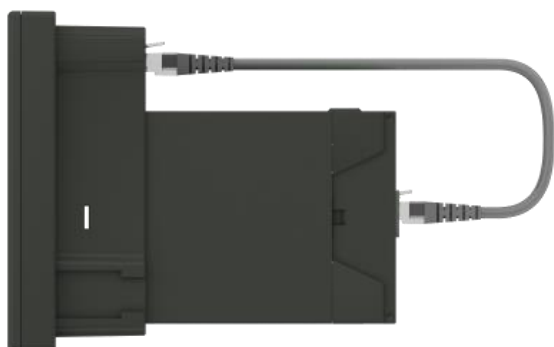
«Несколько ЭНМИ – один ЭНИП-2»



Устройство	A (data+)	B (data-)
ЭНМИ («Порт», RJ45)	7	8
ЭНИП-2 («RS-485-1», винтовые клеммы)	22	23
ЭНИП-2 («RS-485-2», RJ45)	7	8
ЭНИП-2 («RS-485-3», RJ45)	7	8

«Один ЭНМИ – один ЭНИП-2»

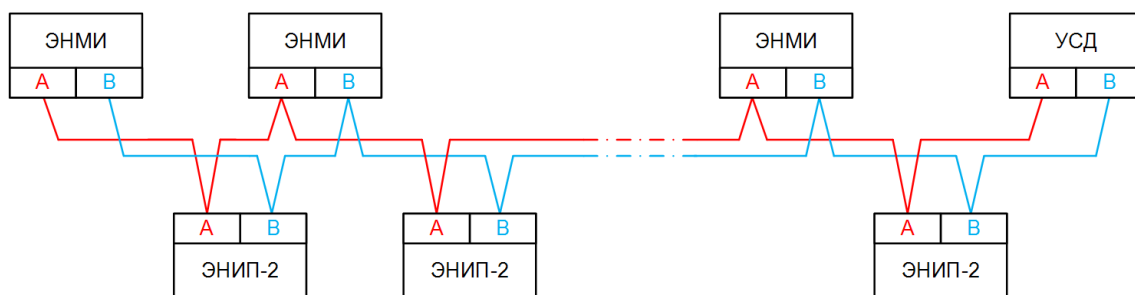




ЭНИП-2 конструктивно объединяется с ЭНМИ. ЭНМИ подключается к ЭНИП-2 стандартным сетевым патч-кордом RJ45/RJ45, через который также получает питание 24В= от ЭНИП-2. Не рекомендуется использовать питание ЭНИПа при длине кабеля более 20 м.

Рисунок А3.2. Схемы подключения индикатора ЭНМИ к ЭНИП-2.

«Несколько ЭНМИ – несколько ЭНИП-2»



Если необходимо использовать одну шину RS-485 для нескольких ЭНИП-2 и ЭНМИ, то нужно выполнить следующие требования:

- Настроить все приборы на протокол Modbus.
- Присвоить уникальные адреса всем ЭНИП-2.
- ЭНМИ переключить в пассивный прием данных и настроить адрес ЭНИП-2 в ЭНМИ, с которого ЭНМИ будет получать данные.
- Наличие в сети RS-485 устройства сбора данных, которое будет опрашивать все ЭНИП-2.

Принцип работы данной системы заключается в следующем: устройство сбора данных опрашивает все ЭНИП-2 по протоколу Modbus, а ЭНМИ разбирают пакеты только с конкретного ЭНИП-2.

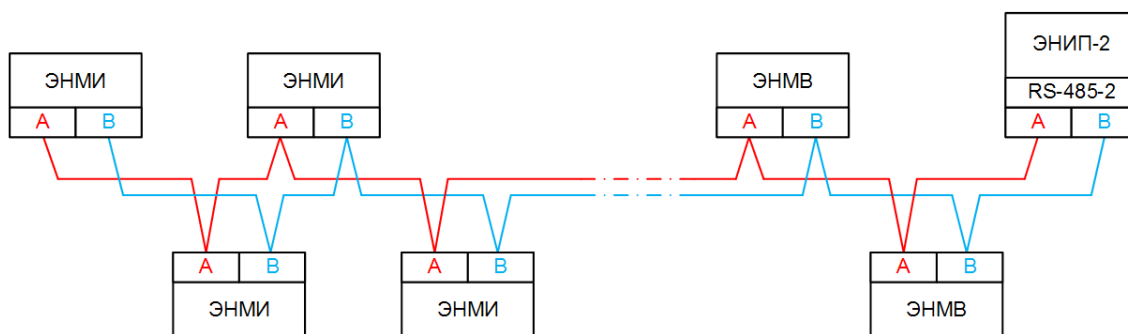
Пакет запроса от устройства сбора данных к ЭНИП-2 должен быть следующим:

ADR 03 00 00 00 7D CRC

, где ADR – адрес ЭНИП-2 (1 байт);

CRC – контрольная сумма (2 байт).

«Несколько ЭНМИ – несколько ЭНМВ – один ЭНИП-2»



RS-485-2 поддерживает подключение внешних модулей ЭНМВ, если необходимо подключить на этот порт еще и модули ЭНМИ, то нужно на порту RS-485-2 настроить циклическую передачу, а ЭНМИ перевести в пассивный прием по Modbus.

Приложение Б. ЭНИП-2: протокол связи Modbus

Общие сведения

В настоящем приложении описана реализация протокола Modbus (Modbus - это торговая марка, принадлежащая компании Schneider Electric), используемого для обмена данными между ЭНИП-2 и контроллерами/серверами автоматизированных систем. Приложение содержит всю необходимую информацию для разработки стороннего программного обеспечения, используемого для связи с ЭНИП-2.

Для непосредственного знакомства с основами протокола Modbus необходимо скачать руководство «Modicon Modbus Protocol Reference Guide» с сайта www.modbus.org.

Способы организации обмена по протоколу Modbus

В режиме Modbus RTU ЭНИП-2 может обмениваться данными как через имеющиеся порты RS-485, так и с помощью порта Ethernet.

В режиме Modbus TCP ЭНИП-2 может обмениваться по 4 сокетам порта Ethernet.

Адрес

Поле адреса содержит назначенный адрес и может иметь значения h01 – hFF (1-254). Адрес h00 является широковещательным, на запрос по адресу h00 и отвечают все устройства, находящиеся на связи. Адрес hFF (255) также является широковещательным, на запросы по данному адресу приборы не отвечают, но исполняют команды.

Поддерживаемые функции

h01	read coil;
h02	read discrete inputs;
h03	read holding registers;
h04	read input registers;
h05	write single coil;
h06	write single register (reset, фиксация данных, очистка журналов);
h14	read file record;
h2B	read ID;

Служебные функции

h64 service read;

h65 service write.

Пользовательские функции

h66 считывание энергий с регистров 00(полчаса), 01(сутки), 02(месяц), 03(текущая), 04(всё вместе). В ответе: Wp+, Wp-, Wq+, Wq- и timestamp в формате int32.

Пример запроса значений энергии за последние 30 мин.: 01 66 00 00 E1 C7

Исключения ответов

ЭНИП-2 отвечает указанными ниже ответами при получении ошибки в запросе.

В ответном сообщении старший бит кода функции устанавливается в 1.

Реализованы следующие коды исключений ответов:

01 – неверная функция

02 - неправильный адрес параметра

03 - недопустимое значение параметра

04 - неисправность устройства

Регистры измерений

Масштабированные величины (short)

Для перевода масштабируемых величин необходимо значение регистра умножить на квант соответствующей величины:

Квант	Описание, единица измерения	Величина кванта		
		I _{ном} = 5 А		I _{ном} = 1 А
		U _{ном.ф} = 57,7	U _{ном.ф} = 220	U _{ном.ф} = 57,7
I	Квант тока, А	0,001		0,0002
U	Квант напряжения, В	0,01	0,04	0,01
P/Q/S/W	Квант мощности, энергии, Вт(ч)/Var(ч)/ВА	0,1	0,4	0,02
f	Квант частоты с 3 десятичными знаками, Гц	0,001		
	Квант частоты с 2 десятичными знаками, Гц	0,01		
cosφ, tgφ	Квант cosφ, tgφ	0,001		
φ	Квант φ	0,01		

Величины в формате с плавающей запятой (float)

Регистры содержат значения в форме мантиссы и показателя степени. Представление утверждено в стандарте IEEE 754.

Адреса регистров нумеруются в диапазоне от 0 до 59999 (с 60000 по 65535 – регистры, зарезервированные под служебную информацию)

С помощью ПО «ES Конфигуратор» можно настроить адресацию регистров отличную от адресации по умолчанию, также с помощью данного ПО можно менять порядок следования регистров. В ПО «ES Конфигуратор» имеются предварительно настроенные варианты адресации.

Адресация регистров измерений

Смещение		Адрес по умолчанию	Число слов	Значение регистра	Тип регистра
dec	hex				

Целые значения, RMS (быстрые/усредненные)

0	0x00	0	1	Ua	unsigned short
1	0x01	1	1	Ub	unsigned short
2	0x02	2	1	Uc	unsigned short
3	0x03	3	1	U фазное среднее	unsigned short
4	0x04	4	1	Uab	unsigned short
5	0x05	5	1	Ubc	unsigned short
6	0x06	6	1	Uca	unsigned short
7	0x07	7	1	U линейное среднее	unsigned short
8	0x08	8	1	Ia	unsigned short
9	0x09	9	1	Ib	unsigned short
10	0x0A	10	1	Ic	unsigned short
11	0x0B	11	1	I средний	unsigned short
12	0x0C	12	1	Pa	short
13	0x0D	13	1	Pb	short
14	0x0E	14	1	Pc	short
15	0x0F	15	1	P суммарная	short
16	0x10	16	1	Qa	short
17	0x11	17	1	Qb	short
18	0x12	18	1	Qc	short
19	0x13	19	1	Q суммарная	short
20	0x14	20	1	Sa	unsigned short
21	0x15	21	1	Sb	unsigned short
22	0x16	22	1	Sc	unsigned short
23	0x17	23	1	S суммарная	unsigned short

Целые значения, первая гармоника (быстрые/усредненные)

24	0x18	24	1	Ua1	unsigned short
25	0x19	25	1	Ub1	unsigned short
26	0x1A	26	1	Uc1	unsigned short
27	0x1B	27	1	U1 фазное среднее	unsigned short
28	0x1C	28	1	Uab1	unsigned short
29	0x1D	29	1	Ubc1	unsigned short
30	0x1E	30	1	Uca1	unsigned short
31	0x1F	31	1	U1 линейное среднее	unsigned short
32	0x20	32	1	Ia1	unsigned short
33	0x21	33	1	Ib1	unsigned short

Смещение		Адрес по умолчанию	Число слов	Значение регистра	Тип регистра
dec	hex				
34	0x22	34	1	Ic1	unsigned short
35	0x23	35	1	I1 средний	unsigned short
36	0x24	36	1	Pa1	short
37	0x25	37	1	Pb1	short
38	0x26	38	1	Pc1	short
39	0x27	39	1	P1 суммарная	short
40	0x28	40	1	Qa1	short
41	0x29	41	1	Qb1	short
42	0x2A	42	1	Qc1	short
43	0x2B	43	1	Q1 суммарная	short
44	0x2C	44	1	Sa1	unsigned short
45	0x2D	45	1	Sb1	unsigned short
46	0x2E	46	1	Sc1	unsigned short
47	0x2F	47	1	S1 суммарная	unsigned short

Косинусы, частота, показатели качества, энергия, кванты, коэффициенты, температура, ТС, метка времени, резерв

48	0x30	48	1	угол φ, фаза А	short
49	0x31	49	1	угол φ, фаза В	short
50	0x32	50	1	угол φ, фаза С	short
51	0x33	51	1	угол φ, общий	short
52	0x34	52	1	F	unsigned short
53	0x35	53	1	U0 - напряжение нулевой последовательности	unsigned short
54	0x36	54	1	U1 - напряжение прямой последовательности	unsigned short
55	0x37	55	1	U2 - напряжение обратной последовательности	unsigned short
56	0x38	56	1	KuU - коэффициент несимметрии по напряжению	unsigned short
57	0x39	57	1	KdU - коэффициент искажения по напряжению	unsigned short
58	0x3A	58	1	I0 - ток нулевой последовательности	unsigned short
59	0x3B	59	1	I1 - ток прямой последовательности	unsigned short
60	0x3C	60	1	I2 - ток обратной последовательности	unsigned short
61	0x3D	61	1	KuI - коэффициент несимметрии по току	unsigned short
62	0x3E	62	1	KdI - коэффициент искажения по току	unsigned short
63	0x3F	63	1	THD - коэффициент гармонических искажений	short
64	0x40	64	2	WP+ энергия активная, потребленная	unsigned long
66	0x42	66	2	WP- энергия активная, возвращенная	unsigned long
68	0x44	68	2	WQ+ энергия реактивная, потребленная	unsigned long
70	0x46	70	2	WQ- энергия реактивная, возвращенная	unsigned long
72	0x48	72	2	ТС - состояние ТУ/ТС, служебный	unsigned long
74	0x4A	74	2	Time - секунды UTC, внутреннее время	unsigned long
76	0x4C	76	1	MS - миллисекунды	unsigned short
77	0x4D	77	1	T - температура внутри корпуса	short

Смещение		Адрес по умолчанию	Число слов	Значение регистра	Тип регистра
dec	hex				
78	0x4E	78	1	KU - коэффициент трансформации по напряжению	unsigned short
79	0x4F	79	1	KI - коэффициент трансформации по току	unsigned short
80	0x50	80	1	QU - квант напряжение	unsigned short
81	0x51	81	1	QI - квант тока	unsigned short
82	0x52	82	1	Резерв	
83	0x53	83	1	Резерв	

Данные с модуля ЭНМВ-2, целые значения (только для ЭНИП-2-...-X1):

84	0x54	84	1	Ua	unsigned short
85	0x55	85	1	Ub	unsigned short
86	0x56	86	1	Uc	unsigned short
87	0x57	87	1	I0	unsigned short
88	0x58	88	1	U0	unsigned short
89	0x59	89	1	Диагностическое слово	short
90	0x5A	90	1	Резерв	
91	0x5B	91	1	Резерв	

Целые значения, только для ЭНИП-2-...-32:

84	0x54	84	1	UL1	unsigned short
85	0x55	85	1	UL2	unsigned short
86	0x56	86	1	UL3	unsigned short
87	0x57	87	1	Резерв	
88	0x58	88	1	Резерв	
89	0x59	89	1	Диагностическое слово	short
90	0x5A	90	1	Резерв	
91	0x5B	91	1	Резерв	

Значения с плавающей запятой, RMS (быстрые/усредненные)

92	0x5C	92	2	Ua	float
94	0x5E	94	2	Ub	float
96	0x60	96	2	Uc	float
98	0x62	98	2	U фазное среднее	float
100	0x64	100	2	Uab	float
102	0x66	102	2	Ubc	float
104	0x68	104	2	Uca	float
106	0x6A	106	2	U линейное среднее	float
108	0x6C	108	2	Ia	float
110	0x6E	110	2	Ib	float
112	0x70	112	2	Ic	float
114	0x72	114	2	I средний	float
116	0x74	116	2	Pa	float
118	0x76	118	2	Pb	float
120	0x78	120	2	Pc	float
122	0x7A	122	2	P суммарная	float
124	0x7C	124	2	Qa	float
126	0x7E	126	2	Qb	float
128	0x80	128	2	Qc	float
130	0x82	130	2	Q суммарная	float
132	0x84	132	2	Sa	float
134	0x86	134	2	Sb	float
136	0x88	136	2	Sc	float

Смещение		Адрес по умолчанию	Число слов	Значение регистра	Тип регистра
dec	hex				
138	0x8A	138	2	S суммарная	float

Значения с плавающей запятой, первая гармоника (быстрые/усредненные)

140	0x8C	140	2	Ua1	float
142	0x8E	142	2	Ub1	float
144	0x90	144	2	Uc1	float
146	0x92	146	2	U1 фазное среднее	float
148	0x94	148	2	Uab1	float
150	0x96	150	2	Ubc1	float
152	0x98	152	2	Uca1	float
154	0x9A	154	2	U1 линейное среднее	float
156	0x9C	156	2	Ia1	float
158	0x9E	158	2	Ib1	float
160	0xA0	160	2	Ic1	float
162	0xA2	162	2	I1 средний	float
164	0xA4	164	2	Pa1	float
166	0xA6	166	2	Pb1	float
168	0xA8	168	2	Pc1	float
170	0xAA	170	2	P1 суммарная	float
172	0xAC	172	2	Qa1	float
174	0xAE	174	2	Qb1	float
176	0xB0	176	2	Qc1	float
178	0xB2	178	2	Q1 суммарная	float
180	0xB4	180	2	Sa1	float
182	0xB6	182	2	Sb1	float
184	0xB8	184	2	Sc1	float
186	0xBA	186	2	S1 суммарная	float

Косинусы, частота, параметры качества

188	0xBC	188	2	угол φ, фаза А	float
190	0xBE	190	2	угол φ, фаза В	float
192	0xC0	192	2	угол φ, фаза С	float
194	0xC2	194	2	угол φ, общий	float
196	0xC4	196	2	F	float
198	0xC6	198	2	U0 - напряжение нулевой последовательности	float
200	0xC8	200	2	U1 - напряжение прямой последовательности	float
202	0xCA	202	2	U2 - напряжение обратной последовательности	float
204	0xCC	204	2	KnU - коэффициент несимметрии по напряжению	float
206	0xCE	206	2	KdU - коэффициент искажения по напряжению	float
208	0xD0	208	2	I0 - ток нулевой последовательности	float
210	0xD2	210	2	I1 - ток прямой последовательности	float
212	0xD4	212	2	I2 - ток обратной последовательности	float
214	0xD6	214	2	KnI - коэффициент несимметрии по току	float
216	0xD8	216	2	KdI - коэффициент искажения по току	float
218	0xDA	218	2	THD - коэффициент гармонических искажений	float

Смещение		Адрес по умолчанию	Число слов	Значение регистра	Тип регистра
dec	hex				

Данные с модуля ЭНМВ-2, значения с плавающей запятой (только для ЭНИП-2-...-X1):

220	0xDC	220	2	Ua	float
222	0xDE	222	2	Ub	float
224	0xE0	224	2	Uc	float
226	0xE2	226	2	I0	float
228	0xE4	228	2	U0	float
230	0xE6	230	2	-	-
232	0xE8	232	2	-	float

Значения с плавающей запятой, только для ЭНИП-2-...-32:

220	0xDC	220	2	UL1	float
222	0xDE	222	2	UL2	float
224	0xE0	224	2	UL3	float
226	0xE2	226	2	-	-
228	0xE4	228	2	-	-
230	0xE6	230	2	-	-
232	0xE8	232	2	-	-

Чтение дискретных данных из прибора осуществляется по команде 01 (Read Coil Status), либо 03 (Reading Holding Register). Пример запроса и ответа по команде 01 представлены ниже:

Адрес устройства	Команда	Стартовый адрес ТС		Количество ТС		Контрольная сумма (CRC)	
		00	02	00	0C	9D	CF
01	01	00	02	00	0C	9D	CF

Для приведенного выше запроса ответом будет служить пакет вида:

01	01	02	00	51	78
----	----	----	----	----	----

Где второй и третий байт в бинарном виде характеризуют состояние ТС:

Байт	02								00							
Бит	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Адрес ТС	9	8	7	6	5	4	3	2					13	12	11	10

В приведенном примере запрашивалось 12 ТС начиная с адреса 02, из ответа можно сделать вывод, что ТС с адресом 03 замкнута.

Запрос по команде 03 осуществляется аналогично, в качестве стартового адреса указывается 72 (по умолчанию), количество параметров 1 (для запроса первых 16 ТС) или 2 (для запроса всех 32 ТС). Настройки адресации производятся с помощью ПО «ES Конфигуратор».

Адресация регистров дискретные сигналы

Смещение		Адрес по умолчанию	Значение регистра
dec	hex		
0	0x00	0	DIO1
1	0x01	1	DIO2
2	0x02	2	DIO3
3	0x03	3	DIO4
4	0x04	4	DIO5
5	0x05	5	DIO6
6	0x06	6	DIO7
7	0x07	7	DIO8
8	0x08	8	DIO9 (DI1 при наличии)
9	0x09	9	DIO10 (DI2 при наличии)
10	0x0A	10	DIO11 (DI3 при наличии)
11	0x0B	11	DIO12 (DI4 при наличии)
12	0x0C	12	DIO13 (DI5 при наличии)
13	0x0D	13	DIO14 (DI6 при наличии)
14	0x0E	14	DIO15 (DI7 при наличии)
15	0x0F	15	DIO16 (DI8 при наличии)
16	0x10	16	DIO17
17	0x11	17	DIO18
18	0x12	18	DIO19
19	0x13	19	DIO20
20	0x14	20	DIO21
21	0x15	21	DIO22
22	0x16	22	DIO23
23	0x17	23	DIO24
24	0x18	24	DIO25
25	0x19	25	DIO26
26	0x1A	26	DIO27
27	0x1B	27	DIO28
28	0x1C	28	DIO29
29	0x1D	29	DIO30
30	0x1E	30	DIO31
31	0x1F	31	DIO32

Приложение В. ЭНИП-2: протоколы связи ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 и ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004

Возможные типы ASDU

Тип значений	Тип ASDU	Мнемоника	Описание
ТС	1	M_SP_NA_1	одноэлементная информация
	3	M_DP_NA_1	двухэлементная информация
	30	M_SP_TB_1	одноэлементная информация с меткой времени CP56
	31	M_DP_TB_1	двухэлементная информация с меткой времени CP56
ТИ	11	M_ME_NB_1	измеряемая величина, short
	13	M_ME_NC_1	измеряемая величина, float
	35	M_ME_TE_1	измеряемая величина, short, с меткой времени CP56
	36	M_ME_TF_1	измеряемая величина, float с меткой времени CP56
ТИИ	15	M_IT_NA_1	интегральная сумма
	37	M_IT_TB_1	интегральная сумма, с меткой времени CP56

ЭНИП-2 поддерживает выполнение команд ТУ Single command (<45>), Double command (<46>) в рамках протоколов ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004.

Адресация элементов информации для исполнения ЭНИП-2-...-Х1:

Адрес по умолчанию	Наименование параметра	Тип ASDU	Значение кванта (для типов 11,13,35,37)
--------------------	------------------------	----------	---

ТУ/ТС

1000	DO1 ON (ЭНМВ-1/2 №1)	1/30	3/31	-
1001	DO2 OFF (ЭНМВ-1/2 №1)	1/30		-
1002	DO3 ON (ЭНМВ-1/2 №2)	1/30	3/31	-
1003	DO4 OFF (ЭНМВ-1/2 №2)	1/30		-
1004	DO5 ON (ЭНМВ-1/2 №3)	1/30	3/31	-
1005	DO6 OFF (ЭНМВ-1/2 №3)	1/30		-
1006	DO7 ON (ЭНМВ-1/2 №4)	1/30	3/31	-
1007	DO8 OFF (ЭНМВ-1/2 №4)	1/30		-
1	DI1 (ЭНИП)	1/30	3/31	-
2	DI2 (ЭНИП)	1/30		-
3	DI3 (ЭНИП)	1/30	3/31	-
4	DI4 (ЭНИП)	1/30		-
5	DI5 (ЭНИП)	1/30	3/31	-
6	DI6 (ЭНИП)	1/30		-
7	DI7 (ЭНИП)	1/30	3/31	-
8	DI8 (ЭНИП)	1/30		-

Адрес по умолчанию	Наименование параметра	Тип ASDU	Значение кванта (для типов 11,13,35,37)
RMS (быстрые/усредненные/фиксированные быстрые/фиксированные усредненные)			
100	Ua	11/13/35/36	Uquant, B
101	Ub	11/13/35/36	Uquant, B
102	Uc	11/13/35/36	Uquant, B
103	U фазное среднее	11/13/35/36	Uquant, B
104	Uab	11/13/35/36	Uquant, B
105	Ubc	11/13/35/36	Uquant, B
106	Uca	11/13/35/36	Uquant, B
107	U линейное среднее	11/13/35/36	Uquant, B
108	Ia	11/13/35/36	Iquant, A
109	Ib	11/13/35/36	Iquant, A
110	Ic	11/13/35/36	Iquant, A
111	I средний	11/13/35/36	Iquant, A
112	Pa	11/13/35/36	Pquant, Bт
113	Pb	11/13/35/36	Pquant, Bт
114	Pc	11/13/35/36	Pquant, Bт
115	P суммарная	11/13/35/36	Pquant, Bт
116	Qa	11/13/35/36	Qquant, Bap
117	Qb	11/13/35/36	Qquant, Bap
118	Qc	11/13/35/36	Qquant, Bap
119	Q суммарная	11/13/35/36	Qquant, Bap
120	Sa	11/13/35/36	Squant, BA
121	Sb	11/13/35/36	Squant, BA
124	Sc	11/13/35/36	Squant, BA
123	S суммарная	11/13/35/36	Squant, BA

Первая гармоника (быстрые/усредненные/фиксированные быстрые/фиксированные усредненные)

0	Ua	11/13/35/36	Uquant, B
0	Ub	11/13/35/36	Uquant, B
0	Uc	11/13/35/36	Uquant, B
0	U фазное среднее	11/13/35/36	Uquant, B
0	Uab	11/13/35/36	Uquant, B
0	Ubc	11/13/35/36	Uquant, B
0	Uca	11/13/35/36	Uquant, B
0	U линейное среднее	11/13/35/36	Uquant, B
0	Ia	11/13/35/36	Iquant, A
0	Ib	11/13/35/36	Iquant, A
0	Ic	11/13/35/36	Iquant, A
0	I средний	11/13/35/36	Iquant, A
0	Pa	11/13/35/36	Pquant, Bт
0	Pb	11/13/35/36	Pquant, Bт
0	Pc	11/13/35/36	Pquant, Bт
0	P суммарная	11/13/35/36	Pquant, Bт
0	Qa	11/13/35/36	Qquant, Bap
0	Qb	11/13/35/36	Qquant, Bap
0	Qc	11/13/35/36	Qquant, Bap
0	Q суммарная	11/13/35/36	Qquant, Bap
0	Sa	11/13/35/36	Squant, BA

Адрес по умолчанию	Наименование параметра	Тип ASDU	Значение кванта (для типов 11,13,35,37)
0	Sb	11/13/35/36	Squant, BA
0	Sc	11/13/35/36	Squant, BA
0	S суммарная	11/13/35/36	Squant, BA

COS, частота, качество (быстрые/усредненные/фиксированные быстрые/фиксированные усредненные)

124	угол φ , фаза А	11/13/35/36	φ quant
125	угол φ , фаза В	11/13/35/36	φ quant
126	угол φ , фаза С	11/13/35/36	φ quant
127	угол φ , общий	11/13/35/36	φ quant
128	F	11/13/35/36	fquant
0	U0 - напряжение нулевой последовательности	11/13/35/36	Uquant, B
0	U1 - напряжение прямой последовательности	11/13/35/36	Uquant, B
0	U2 - напряжение обратной последовательности	11/13/35/36	Uquant, B
0	KuU - коэффициент несимметрии по напряжению	11/13/35/36	0,1 %
0	KdU - коэффициент искажения по напряжению	11/13/35/36	0,1 %
0	I0 - ток нулевой последовательности	11/13/35/36	Iquant, A
0	I1 - ток прямой последовательности	11/13/35/36	Iquant, A
0	I2 - ток обратной последовательности	11/13/35/36	Iquant, A
0	KuI - коэффициент несимметрии по току	11/13/35/36	0,1 %
0	KdI - коэффициент искажения по току	11/13/35/36	0,1 %
0	THD - коэффициент гармонических искажений	11/13/35/36	0,1 %
0	T - температура внутри корпуса	11/13/35/36	1 °C

Измерения от внешнего модуля ввода/вывода ЭНМВ-2

0	Ua	11/13/35/36	0,01 В
0	Ub	11/13/35/36	0,01 В
0	Uc	11/13/35/36	0,01 В
0	I0	11/13/35/36	0,0002 А
0	Резерв	11/13/35/36	0,01 В

Дополнительные регистры

0	Diagnostic - слово состояния	11/13/35/36	1
0	Резерв - всегда равен 0	11/13/35/36	-

Энергия (быстрые/усредненные/фиксированные быстрые/фиксированные усредненные)

0	WP+ энергия активная, потребленная	15/37	Wquant, Вт/ч
0	WP- энергия активная, возвращенная	15/37	Wquant, Вт/ч
0	WQ+ энергия реактивная, потребленная	15/37	Wquant, Вар/ч
0	WQ- энергия реактивная, возвращенная	15/37	Wquant, Вар/ч

Адрес по умолчанию	Наименование параметра	Тип ASDU	Значение кванта (для типов 11,13,35,37)
--------------------	------------------------	----------	---

Файлы (тип файлов - 1: прозрачный файл)

40000	Журнал событий, txt	-	-
50000	Журнал ТС, txt	-	-

Адреса файлов не настраиваются и не влияют на адресацию ТС/ТИ/ТИИ, т.е. могут совпадать с адресами элементов

* Параметры, указанные в таблице как «с плав. запятой», могут передаваться в формате с плавающей запятой одинарной точности (float) стандарта IEEE 754;

** Серым цветом выделены адреса параметров, по умолчанию неактивных.

Квант	Описание, единица измерения	Величина кванта		
		I _{ном} = 5 А		I _{ном} = 1 А
		Уном.ф = 57,7	Уном.ф = 220	Уном.ф = 57,7
I	Квант тока, А	0,001		0,0002
U	Квант напряжения, В	0,01	0,04	0,01
P/Q/S/W	Квант мощности, энергии, Вт(ч)/Var(ч)/ВА	0,1	0,4	0,02
f	Квант частоты с 3 десятичными знаками, Гц	0,001		
	Квант частоты с 2 десятичными знаками, Гц	0,01		
cosφ, tgφ	Квант cosφ, tgφ	0,001		
φ	Квант φ	0,01		

Формуляр соглашений о совместимости телемеханической системы на базе преобразователя измерительного многофункционального ЭНИП-2 в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 / ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004

Настоящий формуляр представляет набор параметров и переменных, из которых может быть выбран поднабор для реализации конкретной системы телемеханики на базе преобразователя измерительного многофункционального ЭНИП-2 в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 (ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004).

Для ряда параметров допускается только одно значение для каждой системы. Другие параметры, такие как набор данных и функций, используемых в направлении управления и контроля, позволяют определить набор или поднаборы, подходящие для использования на данном объекте. На стадии наладки обмена телемеханической информацией необходимо, чтобы выбранные параметры были согласованы между ЭНИП-2 и оборудованием других производителей.

Принятые обозначения:

- Функция или ASDU не используется.
- Функция или ASDU используется, как указано в настоящем стандарте (по умолчанию).
- R - Функция или ASDU используется в только в обратном направлении.
- B - Функция или ASDU используется в обоих направлениях.

Возможный выбор (пустой, X, R или B) определяется для каждого пункта или параметра. Черный прямоугольник указывает на то, что опция не может быть выбрана в настоящем стандарте.

1. Система или устройство

(Параметр, характерный для системы; указывает на определение системы или устройства, маркируя один из нижеследующих прямоугольников знаком «X»)

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006	ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004
<input type="checkbox"/> Определение системы.	<input type="checkbox"/> Определение системы.
<input type="checkbox"/> Определение контролирующей станции (Ведущий-Master).	<input type="checkbox"/> Определение контролирующей станции (Ведущий-Master).
<input checked="" type="checkbox"/> Определение контролируемой станции (Ведомый-Slave).	<input type="checkbox"/> Определение контролируемой станции (Ведомый-Slave).

2. Конфигурация сети

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006			
<input checked="" type="checkbox"/>	Точка-точка	<input checked="" type="checkbox"/>	Магистральная
<input checked="" type="checkbox"/>	Радиальная точка-точка	<input checked="" type="checkbox"/>	Многоточечная радиальная

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004			
<input checked="" type="checkbox"/>	Точка-точка	<input checked="" type="checkbox"/>	Магистральная
<input checked="" type="checkbox"/>	Радиальная точка-точка	<input checked="" type="checkbox"/>	Многоточечная радиальная

3. Физический уровень

(Параметр, характерный для сети; все используемые интерфейсы и скорости передачи данных маркируются знаком «X»)

Скорости передачи (направление управления)

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006					
Несимметричные цепи обмена V.24/V.28 стандартные		Несимметричные цепи обмена V.24/V.28, рекомендуемые при скорости более 1200 бит/с		Симметричные цепи обмена X.24/X.27	
<input type="checkbox"/>	100бит/с	<input checked="" type="checkbox"/>	2400бит/с	<input type="checkbox"/>	2400бит/с
<input type="checkbox"/>	200бит/с	<input checked="" type="checkbox"/>	4800бит/с	<input type="checkbox"/>	4800бит/с
<input type="checkbox"/>	300бит/с	<input checked="" type="checkbox"/>	9600бит/с	<input type="checkbox"/>	9600бит/с
<input type="checkbox"/>	600бит/с	<input checked="" type="checkbox"/>	19200бит/с	<input type="checkbox"/>	19200бит/с
<input checked="" type="checkbox"/>	1200бит/с	<input checked="" type="checkbox"/>	38400 бит/с	<input type="checkbox"/>	38400бит/с
		<input checked="" type="checkbox"/>	57600 бит/с	<input type="checkbox"/>	56000бит/с
		<input checked="" type="checkbox"/>	115200 бит/с	<input type="checkbox"/>	64000бит/с

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004					
Несимметричные цепи обмена V.24/V.28 стандартные		Несимметричные цепи обмена V.24/V.28, рекомендуемые при скорости более 1200 бит/с		Симметричные цепи обмена X.24/X.27	
<input checked="" type="checkbox"/>	100бит/с	<input checked="" type="checkbox"/>	2400бит/с	<input checked="" type="checkbox"/>	2400бит/с
<input checked="" type="checkbox"/>	200бит/с	<input checked="" type="checkbox"/>	4800бит/с	<input checked="" type="checkbox"/>	4800бит/с
<input checked="" type="checkbox"/>	300бит/с	<input checked="" type="checkbox"/>	9600бит/с	<input checked="" type="checkbox"/>	9600бит/с
<input checked="" type="checkbox"/>	600бит/с			<input checked="" type="checkbox"/>	19200бит/с
<input checked="" type="checkbox"/>	1200бит/с			<input checked="" type="checkbox"/>	38400бит/с
				<input checked="" type="checkbox"/>	56000бит/с
				<input checked="" type="checkbox"/>	64000бит/с

Скорости передачи (направление контроля)

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006		
Несимметричные цепи обмена V.24/V.28 стандартные	Несимметричные цепи обмена V.24/V.28, рекомендуемые при скорости более 1200 бит/с	Симметричные цепи обмена X.24/X.27

<input type="checkbox"/> 100бит/с	<input checked="" type="checkbox"/> 2400бит/с	<input type="checkbox"/> 2400бит/с
<input type="checkbox"/> 200бит/с	<input checked="" type="checkbox"/> 4800бит/с	<input type="checkbox"/> 4800бит/с
<input type="checkbox"/> 300бит/с	<input checked="" type="checkbox"/> 9600бит/с	<input type="checkbox"/> 9600бит/с
<input type="checkbox"/> 600бит/с	<input checked="" type="checkbox"/> 19200бит/с	<input type="checkbox"/> 19200бит/с
<input checked="" type="checkbox"/> 1200бит/с	<input checked="" type="checkbox"/> 38400 бит/с	<input type="checkbox"/> 38400бит/с
	<input checked="" type="checkbox"/> 57600 бит/с	<input type="checkbox"/> 56000бит/с
	<input checked="" type="checkbox"/> 115200 бит/с	<input type="checkbox"/> 64000бит/с

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004		
Несимметричные цепи обмена V.24/V.28 стандартные	Несимметричные цепи обмена V.24/V.28, рекомендуемые при скорости более 1200 бит/с	Симметричные цепи обмена X.24/X.27
<input checked="" type="checkbox"/> 100бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 200бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 300бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 600бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 1200бит/с	<input checked="" type="checkbox"/> 2400бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 4800бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 9600бит/с	<input checked="" type="checkbox"/> 2400бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 38400бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 4800бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 56000бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 9600бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 64000бит/с <input checked="" type="checkbox"/> 19200бит/с

Параметры соединения (при использовании асинхронных каналов связи)

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006	
<input checked="" type="checkbox"/> 8	– Количество бит данных (5,6,7,8)
<input checked="" type="checkbox"/> 1	– Количество стоп-битов (1, 2)
<input type="checkbox"/>	– Четность отсутствует (None)
<input checked="" type="checkbox"/>	– Контроль по четности (Even)
<input type="checkbox"/>	– Контроль по нечетности (Odd)

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004	
<input type="checkbox"/>	– Количество бит данных (5,6,7,8)
<input type="checkbox"/>	– Количество стоп-битов (1, 2)
<input type="checkbox"/>	– Четность отсутствует (None)
<input type="checkbox"/>	– Контроль по четности (Even)
<input type="checkbox"/>	– Контроль по нечетности (Odd)

4. Канальный уровень

(Параметр, характерный для сети; все используемые опции маркируются знаком X.) Указывают максимальную длину кадра. Если применяется нестандартное назначение для сообщений класса 2 при небалансной передаче, то указывают Type ID (или Идентификаторы типа) и COT (Причины передачи) всех сообщений, приписанных классу 2.

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006

В настоящем стандарте используются только формат кадра FT 1.2, управляющий символ 1 и фиксированный интервал времени ожидания.

Передача по каналу	Адресное поле канального уровня
<input type="checkbox"/> Балансная передача <input checked="" type="checkbox"/> Небалансная передача	<input type="checkbox"/> Отсутствует (только при балансной передаче) <input checked="" type="checkbox"/> Один байт <input type="checkbox"/> Два байта <input type="checkbox"/> Структурированное <input checked="" type="checkbox"/> Неструктурированное
Длина кадра 255 Максимальная длина L (число байтов) (в направлении управления) 255 Максимальная длина L (число байтов) (в направлении контроля)	1–254 Диапазон значений канального адреса
5 повторений – Либо время, в течение которого разрешаются повторения (Tgr), либо, число повторений	

При использовании небалансного канального уровня следующие типы ASDU возвращаются при сообщениях класса 2 (низкий приоритет) с указанием причин передачи:

Стандартное назначение ASDU к сообщениям класса 2 используется следующим образом

ИДЕНТИФИКАТОР типа	Причина передачи

Специальное назначение ASDU к сообщениям класса 2 используется следующим образом

ИДЕНТИФИКАТОР типа	Причина передачи
1, 3, 11, 13, 15, 30, 31, 35, 36,37	<3>

~~Примечание: При ответе на опрос данных класса 2 контролируемая станция может посылать в~~

~~ответ данные класса 1, если нет доступных данных класса 2.~~

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004

В настоящем стандарте используются только формат кадра FT 1.2, управляющий символ 1 и фиксированный интервал времени ожидания.

Передача по каналу	Адресное поле канального уровня
<input checked="" type="checkbox"/> Балансная передача <input checked="" type="checkbox"/> Небалансная передача	<input checked="" type="checkbox"/> Отсутствует (только при балансной передаче) <input checked="" type="checkbox"/> Один байт
Длина кадра	

<input checked="" type="checkbox"/> Максимальная длина L (число байтов)	<input checked="" type="checkbox"/> Два байта
	<input checked="" type="checkbox"/> Структурированное
	<input checked="" type="checkbox"/> Неструктурированное

При использовании небалансного канального уровня следующие типы ASDU возвращаются при сообщениях класса 2 (низкий приоритет) с указанием причин передачи:

~~■ Стандартное назначение ASDU к сообщениям класса 2 используется следующим образом~~

ИДЕНТИФИКАТОР типа	Причина передачи

~~■ Специальное назначение ASDU к сообщениям класса 2 используется следующим образом~~

ИДЕНТИФИКАТОР типа	Причина передачи

5. Прикладной уровень

Режим передачи прикладных данных

В настоящем стандарте используется только режим 1 (первым передается младший байт), как определено в 4.10 ГОСТ Р МЭК 870-5-4.

Общий адрес ASDU

(Параметр, характерный для системы; все используемые варианты маркируются знаком X).

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006	ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004
<input checked="" type="checkbox"/> Один байт	<input checked="" type="checkbox"/> Один байт
<input checked="" type="checkbox"/> Два байта	<input checked="" type="checkbox"/> Два байта

Адрес объекта информации

(Параметр, характерный для системы; все используемые варианты маркируются знаком X).

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006	
<input type="checkbox"/> Один байт	<input checked="" type="checkbox"/> Структурированный
<input checked="" type="checkbox"/> Два байта	<input checked="" type="checkbox"/> Неструктурированный
<input checked="" type="checkbox"/> Три байта	

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004

<input type="checkbox"/> Один байт	<input type="checkbox"/> Структурированный
<input type="checkbox"/> Два байта	<input checked="" type="checkbox"/> Неструктурированный
<input checked="" type="checkbox"/> Три байта	

Причина передачи

(Параметр, характерный для системы; все используемые варианты маркируются знаком X).

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006	
<input checked="" type="checkbox"/> Один байт	<input checked="" type="checkbox"/> Два байта (с адресом источника)

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004	
<input type="checkbox"/> Один байт	<input checked="" type="checkbox"/> Два байта (с адресом источника)

Если адрес источника не используется, то он устанавливается в 0.

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004	
Длина APDU	
(Параметр, характерный для системы, устанавливающий максимальную длину APDU в системе).	
Максимальная длина APDU равна 253 (по умолчанию). Максимальная длина может быть уменьшена для системы.	
<input type="text"/>	Максимальная длина APDU для систем.

Выбор стандартных ASDU

Информация о процессе в направлении контроля

Назначение идентификатора типа и причины передачи

(Параметр, характерный для станции).

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004		Причина передачи															
ИДЕНТИФИКАТОР ТИПА		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20-36	37-41	44-47
<1>	M_SP_NA_1		X	X											X		
<2>	M_SP_TA_1																
<3>	M_DP_NA_1		X	X											X		
<4>	M_DP_TA_1																
<5>	M_ST_NA_1																
<6>	M_ST_TA_1																
<7>	M_BO_NA_1																
<8>	M_BO_TA_1																
<9>	M_ME_NA_1																
<10>	M_ME_TA_1																
<11>	M_ME_NB_1	X	X	X											X		
<12>	M_ME_TB_1																
<13>	M_ME_NC_1	X	X	X											X		

Маркировка Идентификатора типа/Причины передачи:

X - используется только в стандартном направлении;

R - используется только в обратном направлении;

B - используется в обоих направлениях.

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006																	
ИДЕНТИФИКАТОР ТИПА		Причина передачи															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20-36	37-41	44-47
<1>	M_SP_NA_1		X	X											X		
<2>	M_SP_TA_1																
<3>	M_DP_NA_1		X	X											X		
<4>	M_DP_TA_1																
<5>	M_ST_NA_1																
<6>	M_ST_TA_1																
<7>	M_BO_NA_1																
<8>	M_BO_TA_1																
<9>	M_ME_NA_1																
<10>	M_ME_TA_1																
<11>	M_ME_NB_1	X	X	X											X		
<12>	M_ME_TB_1																
<13>	M_ME_NC_1	X	X	X											X		
<14>	M_ME_TC_1																
<15>	M_IT_NA_1			X												X	
<16>	M_IT_TA_1																
<17>	M_EP_TA_1																
<18>	M_EP_TB_1																
<19>	M_EP_TC_1																
<20>	M_PS_NA_1																
<21>	M_ME_ND_1																
<30>	M_SP_TB_1			X													
<31>	M_DP_TB_1			X													
<32>	M_ST_TB_1																
<33>	M_BO_TB_1																
<34>	M_ME_TD_1																
<35>	M_ME_TE_1			X													
<36>	M_ME_TF_1			X													
<37>	M_IT_TB_1			X												X	
<38>	M_EP_TD_1																
<39>	M_IT_TB_1																
<40>	M_EP_TD_1																
<45>	C_SC_NA_1					R	R	R	R	R							R
<46>	C_DC_NA_1					R	R	R	R	R							R
<47>	C_RC_NA_1					R	R	R	R	R							R
<48>	C_SE_NA_1																
<49>	C_SE_NB_1																
<50>	C_SE_NC_1																
<51>	C_BO_NA_1																

<70>	M_EI_NA_1																			
<100>	C_IC_NA_1						R	R	R	R	R									
<101>	C_CI_NA_1						R	R			R									
<102>	C_RD_NA_1					R														R
<103>	C_CS_NA_1						R	R												R
<104>	C_TS_NA_1																			
<105>	C_RP_NA_1																			
<106>	C_CD_NA_1																			
<110>	P_ME_NA_1																			
<111>	P_ME_NB_1																			
<112>	P_ME_NC_1																			
<113>	P_AC_NA_1																			
<120>	F_FR_NA_1																			X
<121>	F_SR_NA_1																			X
<122>	F_SC_NA_1																			X
<123>	F_LS_NA_1																			X
<124>	F_AF_NA_1																			X
<125>	F_CG_NA_1																			X
<126>	F_DR_TA_1																			

6. Основные прикладные функции

Инициализация станции

Удаленная инициализация

Циклическая передача данных

Циклическая передача данных

Процедура чтения

Процедура чтения

Спорадическая передача

Спорадическая передача

Дублированная передача объектов информации при спорадической причине пере- дачи

(Параметр, характерный для станции; каждый тип информации маркируется знаком X, если оба типа – Type ID без метки времени и соответствующий Type ID с меткой времени – выдаются в ответ на одиночное спорадическое изменение в контролируемом объекте).

Следующие идентификаторы типов, вызванные одиночным изменением состояния объекта информации, могут передаваться последовательно. Индивидуальные адреса

объектов информации, для которых возможна дублированная передача, определяются в проектной документации.

- Одноэлементная информация M_SP_NA_1, M_SP_TA_1, M_SP_TB_1, M_PS_NA_1
- Двухэлементная информация M_DP_NA_1, M_DP_TA_1, M_DP_TB_1
- Информация о положении отпаяк M_ST_NA_1, M_ST_TA_1, M_ST_TB_1
- Строка из 32 бит M_BO_NA_1, M_BO_TA_1, M_BO_TB_1 (если определено для конкретного проекта, см. 7.2.1.1)
- Измеряемое значение, нормализованное M_ME_NA_1, M_ME_TA_1, M_ME_ND_1, M_ME_TD_1
- Измеряемое значение, масштабированное M_ME_NB_1, M_ME_TB_1, M_ME_TE_1
- Измеряемое значение, короткий формат с плавающей запятой M_ME_NC_1, M_ME_TC_1, M_ME_TF_1

Опрос станции

- Общий
- Группа 1 – Группа 7 – Группа 13
- Группа 2 – Группа 8 – Группа 14
- Группа 3 – Группа 9 – Группа 15
- Группа 4 – Группа 10 – Группа 16
- Группа 5 – Группа 11 – Адреса объектов информации, принадлежащих каждой группе, должны быть приведены в отдельной таблице
- Группа 6 – Группа 12

Синхронизация времени

- Синхронизация времени

Передача команд

- Прямая передача команд
- Прямая передача команд уставки
- Передача команд с предварительным выбором
- Передача команд уставки с предварительным выбором
- Использование C_SE_ACTTERM
- Нет дополнительного определения длительности выходного импульса
- Короткий импульс (длительность 1 сек.)
- Длинный импульс (длительность 2 сек.)
- Постоянный выход (длительность 255 сек.)

Передача интегральных сумм

- Режим А: Местная фиксация со спорадической передачей
- Режим В: Местная фиксация с опросом счетчика
- Режим С: Фиксация и передача при помощи команд опроса счетчика
- Режим D: Фиксация командой опроса счетчика, фиксированные значения сообщаются спорадически
- Считывание счетчика
- Фиксация счетчика без сброса
- Фиксация счетчика со сбросом
- Сброс счетчика
- Синхронизация времени
- Запрос счетчиков группы 1
- Запрос счетчиков группы 2
- Запрос счетчиков группы 3
- Запрос счетчиков группы 4

Загрузка параметра

- Пороговое значение величины
- Коэффициент сглаживания
- Нижний предел для передачи значений измеряемой величины
- Верхний предел для передачи значений измеряемой величины

Активация параметра

- Активация/деактивация постоянной циклической или периодической передачи адресованных объектов

Процедура тестирования

- Процедура тестирования

Пересылка файлов

Пересылка файлов в направлении контроля

- Прозрачный файл
- Передача данных о повреждениях от аппаратуры защиты
- Передача последовательности событий
- Передача последовательности регистрируемых аналоговых величин

Пересылка файлов в направлении управления

- Прозрачный файл

Фоновое сканирование

- Фоновое сканирование

Фоновое сканирование – приоритет передачи самый низкий.

Типы срабатывания фонового сканирования:

- периодически с признаком «фоновое сканирование» (период передачи настраивается отдельно от периодов передачи по периодическому алгоритму)
- адаптивное – любое изменение параметра влечет его передачу с признаком «фоновое сканирование»
- при изменении актуальности – изменение бита IV NT (если они включены в настройках) у параметра влечет его передачу с признаком «фоновое сканирование».

Получение задержки передачи

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006	ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004
<input type="checkbox"/> Получение задержки передачи	<input checked="" type="checkbox"/> Получение задержки передачи

Далее только для ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004:

Определение таймаутов

Параметр	Значение по умолчанию	Примечания	Выбранное значение
t_0	30 с	Таймаут при установлении соединения	
t_1	15 с	Таймаут при посылке или тестировании APDU	15
t_2	10 с	Таймаут для подтверждения в случае отсутствия сообщения с данными $t_2 < t_1$	10
t_3	20 с	Таймаут для посылки блоков тестирования в случае долгого простоя	20

Максимальный диапазон значений для всех таймаутов равен: от 1 до 255 секунд с точностью 1 с.

Максимальное число k неподтвержденных APDU формата I и последних подтверждающих APDU (w):

Параметр	Значение по умолчанию	Примечания
K	1 APDU	Максимальная разность переменной состояния передачи и номера последнего подтвержденного APDU
W	1 APDU	Последнее подтверждение после приема w APDU формата I

Параметры K и W не подлежат изменению.

Номер порта

Параметр	Значение	Примечания
Номер порта	2404	Настраиваемый

Настройки IP

	IP адрес	адрес канального уровня
ЭНИП-2 по умолчанию	192.168.0.10	
Клиент №1	-	1
Клиент №2	-	1
Клиент №3	-	1
Клиент №4	-	1

Адресация команд телеуправления настраивается в ПО «ES Конфигуратор» в окне настройки адресации элементов информации МЭК 101/104 (см. Рисунок 8.2).

Адрес ТУ внешнего модуля ЭНМВ N1 соответствует настроенному адресу в таблице «Адресация» ТУ ON (..... №)1.

Адрес ТУ внешнего модуля ЭНМВ N2 соответствует настроенному адресу в таблице «Адресация» ТУ ON (..... №)2.

Адрес ТУ внешнего модуля ЭНМВ N3 соответствует настроенному адресу в таблице «Адресация» ТУ ON (..... №)3.

Адрес ТУ внешнего модуля ЭНМВ N4 соответствует настроенному адресу в таблице «Адресация» ТУ ON (..... №)4.

Приложение Г. ЭНИП-2: описание протокола SNMP

В рамках протокола SNMP ЭНИП-2 поддерживает передачу следующей базы управляющей информации или Management Information Base (MIB) (файл *.mib для ЭНИП-2 доступен по [ссылке](#)):

Community: all

public

MIB-объект	Описание	Значение
SysDescr.0	Наименование устройства	Intelligent electronic device ENIP-2 (v2)
SysUpTime.0	Время работы	XX hours, XX minutes, XX seconds
SysContact.0	Контактная информация	www.enip2.ru, ed@ens.ru, +7 (818-2) 64-60-00
SysName.0		ENIP-2(v2)-45/100-220-A3E4-21
ifNumber.0	Количество интерфейсов	5
ifIndex1	Номер интерфейса 1	1
ifIndex2	Номер интерфейса 2	2
ifIndex3	Номер интерфейса 3	3
ifIndex4	Номер интерфейса 4	4
ifIndex5	Номер интерфейса 5	5
ifName1	Описание интерфейса 1	Eth0
ifName2	Описание интерфейса 2	rs485-1
ifName3	Описание интерфейса 3	rs485-2
ifName4	Описание интерфейса 4	rs485-3
ifName5	Описание интерфейса 5	USB
ifInOctets1	Принято байт по интерфейсу 1	
ifInOctets2	Принято байт по интерфейсу 2	
ifInOctets3	Принято байт по интерфейсу 3	
ifInOctets4	Принято байт по интерфейсу 4	
ifInOctets5	Принято байт по интерфейсу 5	
ifOutOctets1	Отправлено байт по интерфейсу 1	
ifOutOctets2	Отправлено байт по интерфейсу 2	
ifOutOctets3	Отправлено байт по интерфейсу 3	
ifOutOctets4	Отправлено байт по интерфейсу 4	
ifOutOctets5	Отправлено байт по интерфейсу 5	
errorADC	Неисправность АЦП/Отсутствие внешнего питания	1, при наличии ошибки
errorEth	Нет связи с портом Ethernet	1, при наличии ошибки
errorRTC	Неисправность внутренних часов	1, при наличии ошибки

errorBAT	Напряжение батареи меньше 2,5 В	1, при наличии ошибки
errorAuth	Более неудачных 5 попыток авторизации в течение минуты, авторизация заблокирована на минуту	1, при наличии ошибки
error2ETH	Нет связи по шлейфу (для ЭНИП-2 с двумя портами Ethernet)	1, при наличии ошибки
errorSync	Отсутствует синхронизация времени (если настроен период актуальности синхронизации)	1, при наличии ошибки
errorExt	Ошибка опроса внешних устройств	1, при наличии ошибки
errorDO	Неисправность канала ТУ	1, при наличии ошибки
dio1	Состояние DIO1	
dio2	Состояние DIO2	
dio3	Состояние DIO3	
dio4	Состояние DIO4	
dio5	Состояние DIO5	
dio6	Состояние DIO6	
dio7	Состояние DIO7	
dio8	Состояние DIO8	
dio9	Состояние DIO9	
dio10	Состояние DIO10	
dio11	Состояние DIO11	
dio12	Состояние DIO12	
dio13	Состояние DIO13	
dio14	Состояние DIO14	
dio15	Состояние DIO15	
dio16	Состояние DIO16	
dio17	Состояние DIO17	
dio18	Состояние DIO18	
dio19	Состояние DIO19	
dio20	Состояние DIO20	
dio21	Состояние DIO21	
dio22	Состояние DIO22	
dio23	Состояние DIO23	
dio24	Состояние DIO24	
dio25	Состояние DIO25	
dio26	Состояние DIO26	
dio27	Состояние DIO27	
dio28	Состояние DIO28	
dio29	Состояние DIO29	
dio30	Состояние DIO30	
dio31	Состояние DIO31	
dio32	Состояние DIO32	
voltagePhaseA	Ua	Значение параметра
voltagePhaseB.	Ub	Значение параметра
voltagePhaseC	Uc	Значение параметра
voltagePhaseAverage	U фазное среднее	Значение параметра

voltageLineAB	Uab	Значение параметра
voltageLineBC	Ubc	Значение параметра
voltageLineCA	Uca	Значение параметра
voltageLineAverage	U линейное среднее	Значение параметра
currentPhaseA	Ia	Значение параметра
currentPhaseB	Ib	Значение параметра
currentPhaseC	Ic	Значение параметра
currentPhaseAverage	I средний	Значение параметра
powerActiveA	Pa	Значение параметра
powerActiveB	Pb	Значение параметра
powerActiveC	Pc	Значение параметра
powerActiveTotal	P суммарная	Значение параметра
powerReactiveA	Qa	Значение параметра
powerReactiveB	Qb	Значение параметра
powerReactiveC	Qc	Значение параметра
powerReactiveTotal	Q суммарная	Значение параметра
powerApparentA	Sa	Значение параметра
powerApparentB	Sb	Значение параметра
powerApparentC	Sc	Значение параметра
powerApparentTotal	S суммарная	Значение параметра
voltageH1PhaseA.	Ua1	Значение параметра
voltageH1PhaseB.	Ub1	Значение параметра
voltageH1PhaseC	Uc1	Значение параметра
voltageH1PhaseAverage	U1 фазное среднее	Значение параметра
voltageH1LineAB	Uab1	Значение параметра
voltageH1LineBC	Ubc1	Значение параметра
voltageH1LineCA	Uca1	Значение параметра

voltageH1LineAverage	U1 линейное среднее	Значение параметра
currentH1PhaseA	Ia1	Значение параметра
currentH1PhaseB	Ib1	Значение параметра
currentH1PhaseC	Ic1	Значение параметра
currentH1PhaseAverage	I1 средний	Значение параметра
powerH1ActiveA	Pa1	Значение параметра
powerH1ActiveB	Pb1	Значение параметра
powerH1ActiveC	Pc1	Значение параметра
powerH1ActiveTotal	P1 суммарная	Значение параметра
powerH1ReactiveA	Qa1	Значение параметра
powerH1ReactiveB	Qb1	Значение параметра
powerH1ReactiveC	Qc1	Значение параметра
powerH1ReactiveTotal	Q1 суммарная	Значение параметра
powerH1ApparentA	Sa1	Значение параметра
powerH1ApparentB	Sb1	Значение параметра
powerH1ApparentC	Sc1	Значение параметра
powerH1ApparentTotal	S1 суммарная	Значение параметра
phsA	угол φ , фаза А	Значение параметра
phsB	угол φ , фаза В	Значение параметра
phsC	угол φ , фаза С	Значение параметра
phsTotal	угол φ , общий	Значение параметра
frequency	F	Значение параметра
voltageZero	U0 - напряжение нулевой последовательности	Значение параметра
voltagePos	U1 - напряжение прямой последовательности	Значение параметра
voltageNeg	U2 - напряжение обратной последовательности	Значение параметра
vuf	KuU - коэффициент несимметрии по напряжению	Значение параметра
vTHD	KdU - коэффициент искажения по напряжению	Значение параметра

currentZero	I0 - ток нулевой последовательности	Значение параметра
currentPos	I1 - ток прямой последовательности	Значение параметра
currentNeg	I2 - ток обратной последовательности	Значение параметра
iuf	KuI - коэффициент несимметрии по току	Значение параметра
iTHD	KdI - коэффициент искажения по току	Значение параметра
thd	THD - коэффициент гармонических искажений	Значение параметра
temperature	T - температура внутри корпуса	Значение параметра
voltageExtA	Ua внешнего устройства	Значение параметра
voltageExtB	Ub внешнего устройства	Значение параметра
voltageExtC	Uc внешнего устройства	Значение параметра
currentExtZero	I0 - ток нулевой последовательности внешнего устройства	Значение параметра
voltageExtZero	U0 - напряжение нулевой последовательности внешнего устройства	Значение параметра
energyActiveImport.	WP+ энергия активная, потребленная	Значение параметра
energyActiveExport	WP- энергия активная, возвращенная	Значение параметра
energyReactiveImport	WQ+ энергия реактивная, потребленная	Значение параметра
energyReactiveExport	WQ- энергия реактивная, возвращенная	Значение параметра

Приложение Д. ЭНИП-2: протокол связи МЭК 61850

Настоящий документ распространяется на ЭНИП-2 с версией встроенного программного обеспечения не ниже 2.0.0.6.

Внимание! Наличие поддержки протокола определяется при заказе прибора (доп. Опция). В дальнейшем можно приобрести активацию и активировать поддержку протокола на месте.

Нижеприведенные декларации соглашений для протокола МЭК 61850 в ЭНИП-2 представлены в виде отдельных файлов, являющимися приложениями к данному Руководству:

- [MICS – Model Implementation Conformance Statement;](#)
- [PICS – Protocol Implementation Conformance Statement;](#)
- [PIXIT – Protocol Implementation Extra Information for Testing;](#)
- [TICS – TISSUES Implementation Conformance Statement.](#)

*.icd – файл можно скачать по [ссылке](#).

Поддерживаемые сервисы протокола МЭК 61850 в соответствии с приложением А к стандарту IEC61850-7-2 first edition 2003-05 о положениях ACSI (Abstract Communication Service Interface)

Таблица Д.1.1 – Основные положения о соответствии

		Client/ subscriber	Server/ publisher	Value/ comments
Client-server roles				
B11	Server side (of TWO-PARTY APPLICATION-ASSOCIATION)		•	
B12	Client side of (TWO-PARTY APPLICATION-ASSOCIATION)			
SCSMs supported				
B21	SCSM: IEC 61850-8-1 used		•	
B22	SCSM: IEC 61850-9-1 used			
B23	SCSM: IEC 61850-9-2 used			
B24	SCSM: other			
Generic substation event model (GSE)				
B31	Publisher side		•	
B32	Subscriber side	•		
Transmission of sampled value model (SVC)				
B41	Publisher side			
B42	Subscriber side			

• – поддерживаемые сервисы

Таблица Д.1.2 – Положения о соответствии ACSI моделей

		Client/ subscriber	Server/ publisher	Value/ comments
If Server side (B11) supported				
M1	Logical device		•	
M2	Logical node		•	
M3	Data		•	
M4	Data set		•	
M5	Substitution			
M6	Setting group control			
	Reporting			
M7	Buffered report control		•	
M7-1	sequence-number		•	
M7-2	report-time-stamp		•	
M7-3	reason-for-inclusion		•	
M7-4	data-set-name		•	
M7-5	data-reference		•	
M7-6	buffer-overflow		•	
M7-7	entryID		•	

		Client/ subscriber	Server/ publisher	Value/ comments
	conf_revision		•	
M7-8	BufTm		•	BufTm = 0
M7-9	IntgPd		•	
M7-10	GI		•	
M8	Unbuffered report control		•	
M8-1	sequence-number		•	
M8-2	report-time-stamp		•	
M8-3	reason-for-inclusion		•	
M8-4	data-set-name		•	
M8-5	data-reference		•	
	conf_revision		•	
M8-6	BufTm		•	BufTm = 0
M8-7	IntgPd		•	
M8-8	GI		•	
	Logging			
M9	Log control			
M9-1	IntgPd			
M10	Log			
M11	Control			
If GSE (B31/B32) is supported				
	GOOSE			
M12-1	entryID			
M12-2	DataRefInc			
M13	GSSE			
If SVC (B41/B42) is supported				
M14	Multicast SVC			
M15	Unicast SVC			
M16	Time			
M17	File Transfer			

- – поддерживаемые сервисы

Таблица Д.1.3 – Положения о соответствии ACSI сервисов

Services	AA: TP/MC	Client/ subscriber	Server/ publisher	Comments
Server (Clause 6)				
S1	Server Directory	TP	•	
Application association (Clause 7)				
S2	Associate		•	
S3	Abort		•	
S4	Release		•	
Logical device (Clause 8)				

Services		AA: TP/MC	Client/ subscriber	Server/ publisher	Comments
S5	LogicalDeviceDirectory	TP		•	

Logical node (Clause 9)					
S6	LogicalNodeDirectory	TP		•	
S7	GetDataValues	TP		•	

Data (Clause 10)					
S8	GetDataValues	TP		•	
S9	SetDataValues	TP		•	
S10	GetDataDirectory	TP		•	
S11	GetDataDefinition	TP		•	

Data set (Clause 11)					
S12	GetDataSetValues	TP		•	
S13	DataSetValues	TP		•	
S14	CreateDataSet	TP		•	
S15	DeleteDataSet	TP		•	
S16	GetDataSetDirectory	TP		•	

Substitution (Clause 12)					
S17	SetDataValues	TP			

Setting group control (Clause 13)					
S18	SelectActiveSG	TP			
S19	SelectEditSG	TP			
S20	SetSGValues	TP			
S21	ConfirmEditSGValues	TP			
S22	GetSGValues	TP			
S23	GetSGCBValues	TP			

Reporting (Clause 14)					
Buffered report control block (BRCB)					
S24	Report	TP		•	
S24-1	data-change (dchg)			•	
S24-2	qchg-change (qchg)			•	
S24-3	data-update (dupd)			•	
S25	GetBRCBValues	TP		•	
S26	SetBRCBValues	TP		•	
Unbuffered report control block (URCB)					
S27	Report	TP		•	
S27-1	data-change (dchg)			•	
S27-2	qchg-change (qchg)			•	
S27-3	data-update (dupd)			•	
S28	GetURCBValues	TP		•	

Services		AA: TP/MC	Client/ subscriber	Server/ publisher	Comments
S29	SetURCBValues	TP		•	

Logging (Clause 14)					
Log control block					
S30	GetLCBValues	TP			
S31	SetLCBValues	TP			
Log					
S32	QueryLogByTime	TP			
S33	QueryLogAfter	TP			
S34	GetLogStatusValues	TP			

Generic substation event model (GSE) (14.3.5.3.4)					
GOOSE-CONTROL-BLOCK					
S35	SendGOOSEMessage	MC		•	
S36	GetGoReference	TP			
S37	GetGOOSEElementNumber	TP			
S38	GetGoCBValues	TP		•	
S39	SetGoCBValues	TP		•	
GSSE-CONTROL-BLOCK					
S40	SendGSSEMessage	MC			
S41	GetGsReference	TP			
S42	GetGSSEElementNumber	TP			
S43	GetGsCBValues	TP			
S44	SetGsCBValues	TP			

Transmission of sampled value model (SVC) (Clause 16)					
Multicast SVC					
S45	SendMSVMessage	MC			
S46	GetMSVCBValues	TP			
S47	SetMSVCBValues	TP			
Unicast SVC					
S48	SendUSVMessage	TP			
S49	GetUSVCBValues	TP			
S50	SetUSVCBValues	TP			

Control (17.5.1)					
S51	Select	TP			
S52	SelectWithValue	TP		•	
S53	Cancel	TP		•	
S54	Operate	TP		•	
S55	CommandTermination	TP		•	
S56	TimeActivated-Operate	TP			

Services		AA: TP/MC	Client/ subscriber	Server/ publisher	Comments
File transfer (Clause 20)					
S57	GetFile	TP			
S58	SetFile	TP			
S59	DeleteFile	TP			
S60	GetFileAttributeValues	TP			

Time (Clause 18)					
T1	Time resolution of internal clock	TP		1 ms	
T2	Time accuracy of internal clock	TP		1 ms	
T3	Supported TimeStamp resolution	TP		1 ms	

- – поддерживаемые сервисы

Обязательные корректировки связанные с обеспечением совместимости

В ходе встречи рабочей группы 10 ТК57 МЭК в октябре 2006 были приняты следующие решения:

- Замечания TISSUES, отмеченные зеленым цветом в категории "IntOp" являются обязательными для МЭК 61850 ред. 1.
- Замечание TISSUES с категорией "Ed.2" не должны применяться.

В таблице 5.1 приведен обзор принятых корректировок категории IntOp

Таблица Д.5.1

Глава	№ Замечания	Описание	Учтено/Да/Не применимо
8-1	116	GetNameList с пустым ответом	Да
	165	Некорректный ответ об ошибке для GetDataSetValues	Да
	183	Обращение с ошибкой для GetNameList	Да
	246	Control negative response	Не применимо
	545	File directories	Не применимо
7-4	Нет		
7-3	28	Определение APC	Не применимо
	54	Указать def xVal, вместо cVal	Не применимо
	55	Ineut = Ires ?	Не применимо
	63	mag в CDC CMV	Да
	219	operT обязательно в АСТ	Не применимо
	270	Значения RMS WYE и DEL	Да
7-2	30	параметр управления T	Да
	31	Орфографическая ошибка	Не применимо
	32	Синтаксическая ошибка	Не применимо
	35	Синтаксическая ошибка	Не применимо
	36	Ошибка - пропущен параметр DSet-Ref	Не применимо
	37	Тип "T" GOOSE	Да
	39	Добавить DstAddr к GoCB	Да
	40	Изменить "AppID" на "GoID" для GOOSE-сообщения	Да
	41	Изменить "AppID" на "GoID" для GsCB	Не применимо
	42	Метка времени SV: Заменить "EntryTime" на "TimeStamp"	Не применимо
	43	Орфографическая ошибка Control "T"	Не применимо
	44	AddCause - Object not sel	Да
	45	Пропущено AddCauses (neg range)	Да
	46	Отмена Synchro check	Да
	47	". " в поле LD Name?	Да
	49	BRCB TimeOfEntry (часть #453)	-
	50	Поле LNName начинается с цифры?	Да
51	Пропущено ARRAY [0..num]	Да	
52	Двусмысленное написание GOOSE SqNum	Да	

	53	Добавить DstAddr в GsCB, SV	Не применимо
	151	Ограничения поля Name для блоков управления и т.д.	Да
	166	Атрибут DataRef для Log	Не применимо
	185	Журнал событий - интервал периодической отправки	Не применимо
	189	Формат SV	Не применимо
	190	BRCB: Номер EntryID и TimeOfEntry (часть #453)	-
	191	BRCB: Буферизируемые отчёты и периодическая отправка (часть №453)	-
	275	Неоднозначное описание использования GI (часть №453)	-
	278	EntryID не действителен для сервера (часть # 453)	-
	297	Sequence number (часть # 453)	-
	298	Type of SqNum	Да
	305	Reporting with BufTm=0 (часть # 453)	Да
	322	Write Configuration attribute of BRCBs (часть # 453)	-
	329	Reporting and BufOvl (часть # 453)	-
	333	Enabling of an incomplet GoCB	Да
	335	Clearing of Bufovfl (часть # 453)	-
	348	URCB class and report (часть # 453)	-
	349	BRCB TimeOfEntry has two definitions (часть # 453)	-
	453	Reporting & Logging model revision	Да
Часть 6	1	Синтаксис	Да
	5	tExtensionAttributeNameEnum запрещен	Да
	8	SIUnit перечисление для W	Не применимо
	10	Базовый тип для использования битовой строки	Да
	17	Синтаксис элементов DAI/SDI	Да
	169	Порядок перечислений отличается от 7-3	Не применимо
	249	Attribute RptId	Да
	529	Заменить - Unknown by unknown	Да

Примечание: Замечание 49, 190, 191, 275, 278, 297, 305, 322, 329, 333, 335, 348 и 349 являются частями необязательного замечания # 453, все остальные технические замечания в таблице являются обязательными, если это применимо.

Примечание: Редакционные замечания помечены как "Не применимо".

Другие Реализованные Корректировки

<Заполните таблицу ниже информацией о других корректировках, которые были реализованы и не влияют на совместимость>

Глава	№ корректировки	Описание
7-2	333	Enabling of an incomplet GoCB
7-2	322	Write Configuration attribute of BRCBs
8-1	177	Ignoring OptFlds bits for URCB

Приложение Е. Проверка соответствия программного обеспечения

В преобразователях ЭНИП-2 все измерения, вычисления и управление работой выполняет микроконтроллер, в который в процессе изготовления преобразователя ЭНИП-2 загружается встроенное программное обеспечение «Преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2» (микропрограмма), которое является метрологически значимым.

Влияние программного обеспечения (далее ПО) учтено при нормировании метрологических и технических характеристик преобразователей ЭНИП-2. При этом инструментальную погрешность средства измерения и погрешность, вносимую ПО не разделяют.

Встроенное ПО аппаратно защищено от случайных и преднамеренных изменений, что исключает возможность его несанкционированной настройки и вмешательства, приводящих к искажению результатов измерений. Для защиты ПО применяются следующие меры: отсутствие возможности изменения ПО без вскрытия пломбируемой крышки преобразователей ЭНИП-2, наличие встроенных средств защиты ПО микроконтроллера (шифрование микропрограммы перед записью в микроконтроллер с невозможностью раскодирования при считывании).

Идентификационные данные ПО «Преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2» указаны в таблице Е.1.

Таблица Е.1 - Идентификационные данные ПО

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Программное обеспечение «Преобразователь измерительный многофункциональный ЭНИП-2»	ENIP2Meter.mhx	1.0	C63CE872	CRC32
	ENIP3Meter.mhx	1.0	4DDB9686	CRC32

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с МИ3286-2010: С.

Подтверждение соответствия встроенного программного обеспечения преобразователей ЭНИП-2 выполняют путем контроля идентификационных данных ПО:

- наименования метрологически значимого ПО;
- версии метрологически значимого ПО;

- контрольной суммы метрологически значимого ПО.

Идентификационные данные метрологически незначимого ПО контролю не подлежат.

Для идентификации ПО необходимо подключить преобразователь ЭНИП-2 к ПК по интерфейсу USB и запустить программу «ES BootLoader».

Для соединения с преобразователем ЭНИП-2 в окне программы необходимо нажать кнопку «Connect» и перейти во вкладку «Служебные операции». Далее нажать кнопку «Считать метрологически значимую часть ПО».

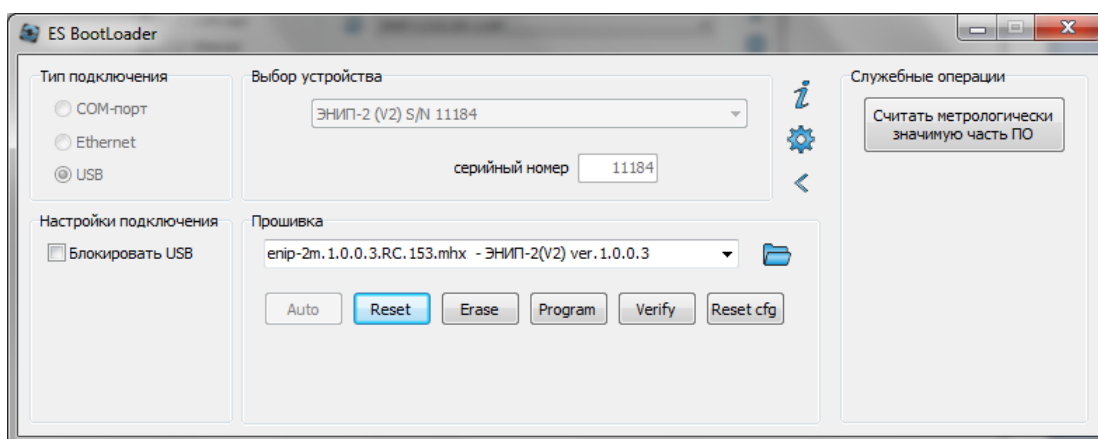


Рисунок Е1.1. ПО «ES BootLoader».

ПО «ES BootLoader» считывает информацию с преобразователя ЭНИП-2 и создаст на ПК файл, содержащий метрологически значимую часть микропрограммы. При этом появится окно, в котором содержатся необходимые идентификационные данные ПО (наименование, версия, контрольная сумма).

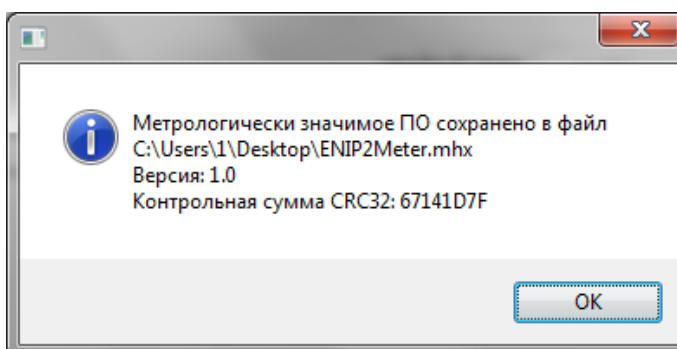


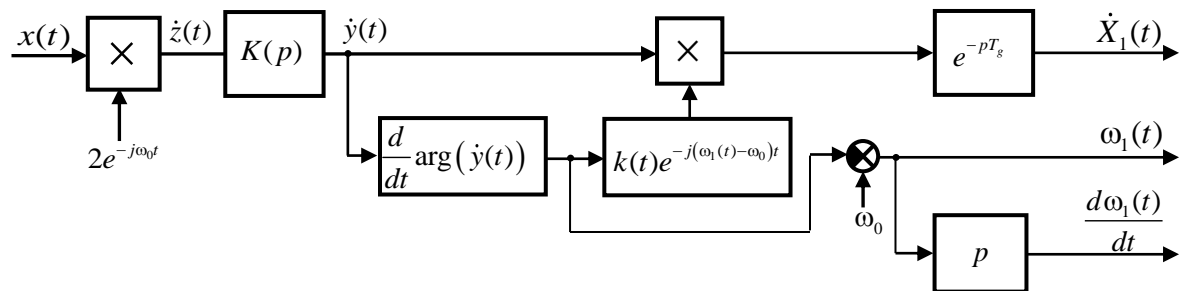
Рисунок Е1.2. Предупреждение в ПО «ES BootLoader».

Приложение Ж. Алгоритмы обработки сигналов в ЭНИП-2-...-Х3

Измерение комплексных амплитуд (фазоров)

Ниже рассматривается упрощенное описание алгоритма обработки ЭНИП для аналоговой системы-прототипа.

Структурная схема алгоритма обработки сигналов представлена ниже.



Приведенный алгоритм обработки сигналов РМУ по сравнению с рекомендуемым в IEEE C37.118.1 модернизирован с целью более точной оценки комплексной амплитуды основной гармоники \dot{X}_1 и ее частоты ω_1 .

Комплексная амплитуда фазного напряжения или тока, далее обозначаемая как $\dot{X}_1 = X_{m1}e^{-j\varphi_1}$, вследствие изменения параметров режима энергосистемы является функцией времени $\dot{X}_1(t) = X_{m1}(t)e^{-j\varphi_1(t)}$. Другое представление комплексной амплитуды связано с представлением синхрофазора в виде действительной или мнимой составляющей $\dot{X}_1(t) = X_{c1}(t) + jX_{s1}(t)$.

Математическое описание усредняющего КИХ-фильтра. Импульсная функция (временное окно)

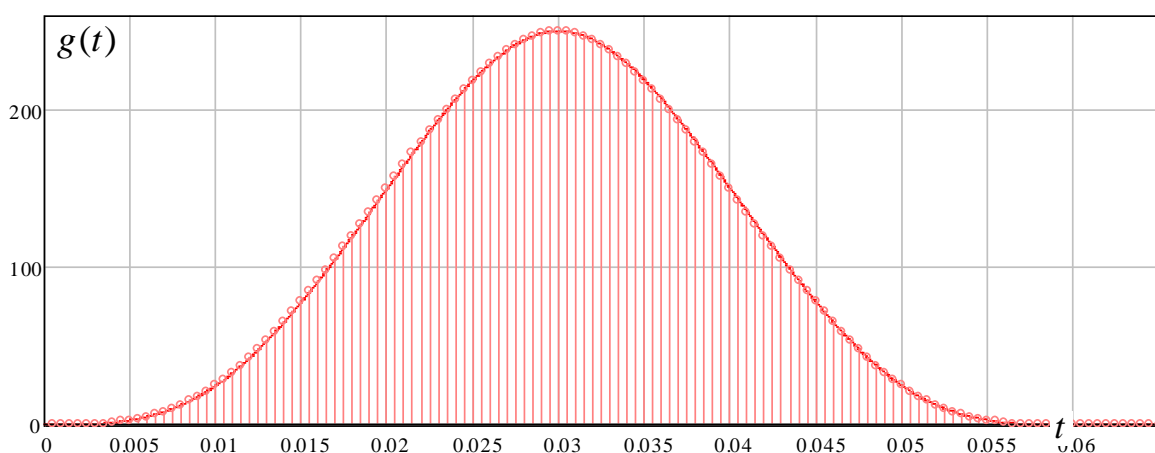
$$g(t) = \text{Re}\left(\dot{\mathbf{G}}^T e^{\mathbf{q}t} - \dot{\mathbf{G}}^T e^{\mathbf{q}(t-T_1)}\right), \quad (1)$$

где $\dot{\mathbf{G}} = [\dot{G}_m]_M = [k_m e^{-j\phi_m}]_M$, $\mathbf{q} = [\rho_m]_M = [-\alpha_m + j\omega_m]_M$, $\dot{\mathbf{G}}' = \text{diag}(\dot{\mathbf{G}})e^{\mathbf{q}T_1}$, T_1 - длительность (длина) импульсной функции фильтра.

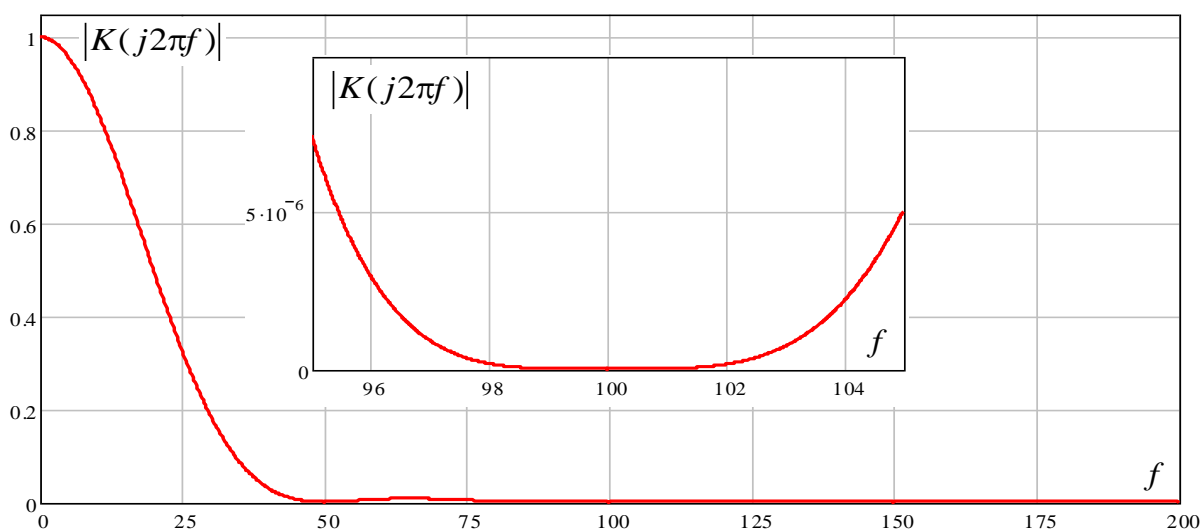
Количество составляющих M импульсной функции фильтра $g(t)$ в ЭНИП - не более от 2 до 5 (не более 10 параметров). Это дает возможность реализации как широко применяемых временных окон (Ханна, Хэмминга, Блэкмана, Нуталла и других), временных окон, рекомендованным стандартом IEEE C37.118.1, так и специально синтезированных для ЭНИП временных окон. Для синтеза временных окон применяется специально разработанный метод синтеза, основанный на применении спектральных

представлений преобразования Лапласа и многокритериальной оптимизации. Применение данного метода позволяет реализовать робастные системы, обеспечивающие заданные статические и динамические характеристики устройства синхронизированных векторных измерений при заданных диапазонах изменения параметров полезного сигнала и помехи.

На рисунке указано временное, используемое по умолчанию.



Амплитудно-частотная характеристика фильтра, соответствующая временному окну, приведена ниже.



Передаточная функция аналогового фильтра-прототипа (1)

$$K(p) = \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \left(\frac{\dot{G}_m}{p - \rho_m} + \frac{\bar{G}_m}{p - \bar{\rho}_m} - \frac{\dot{G}_m}{p - \rho_m} e^{-pT_1} - \frac{\bar{G}_m}{p - \bar{\rho}_m} e^{-pT_1} \right)$$

Для математического моделирования и анализа качества обработки сигналов удобно использовать зависящую от времени передаточную функцию фильтра

$$K(p, t) = \int_0^t g(\tau) e^{-p\tau} d\tau$$

Для импульсной функции вида (1) выражение для зависящей от времени передаточной функции фильтра

$$K(p, t) = \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \left(\frac{\dot{G}_m}{p - \rho_m} \left(1 - e^{-(p - \rho_m)t} \right) + \frac{\bar{G}_m}{p - \bar{\rho}_m} \left(1 - e^{-(p - \bar{\rho}_m)t} \right) - \frac{\dot{G}_m'}{p - \rho_m} \left(1 - e^{-(p - \rho_m)(t - T_1)} \right) e^{-pT_1} - \frac{\bar{G}_m'}{p - \bar{\rho}_m} \left(1 - e^{-(p - \bar{\rho}_m)(t - T_1)} \right) e^{-pT_1} \right).$$

Оценка частоты энергосистемы производится на основании следующего алгоритма

$$\omega_1(t) = \omega_0 - \frac{\frac{dy_c(t)}{dt} y_s(t) - \frac{dy_s(t)}{dt} y_c(t)}{y_c^2(t) + y_s^2(t)},$$

где $\dot{y}(t) = y_c(t) + jy_s(t)$.

Множитель $k(t)$ для корректировки измерения модуля комплексной амплитуды полезного сигнала, определяется на основании следующей зависимости

$$k(t) = \left| K(j(\omega_0 - \omega_1(t))) \right|^{-1}. \tag{2}$$

В ЭНИП используется аппроксимация указанной зависимости (2).

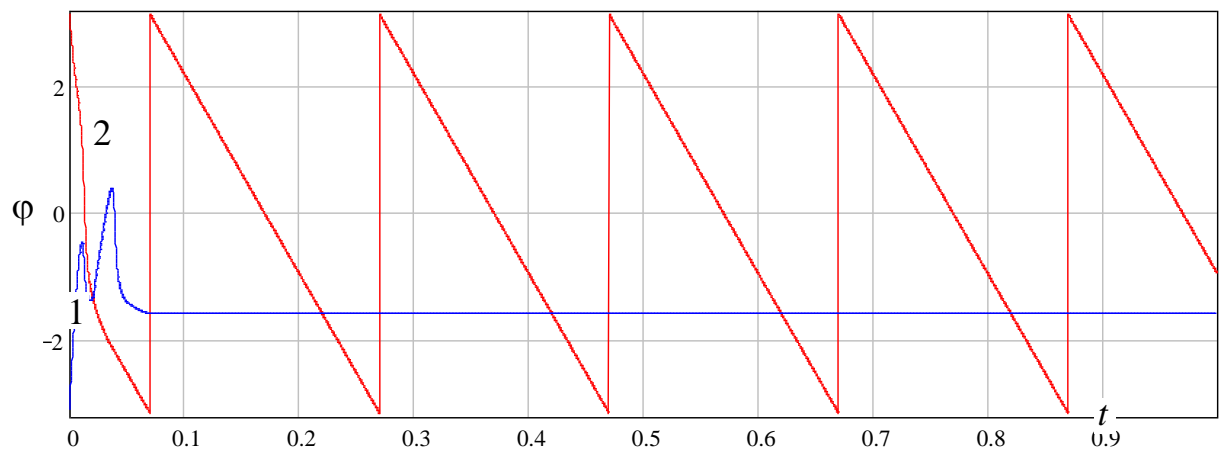
При подаче на вход ЭНИП синусоидального сигнала с частотой, отличной от номинального значения 50 Гц, на выходе усредняющего фильтра в установившемся режиме работы вместо постоянного значения комплексной амплитуды сигнала получим низкочастотный сигнал с частотой, равной разности текущей частоты $\omega_1(t)$ и номинальной частоты ω_0 . Поэтому оценка начальной фазы будет производиться с погрешностью. Но необходимо учитывать, что в СМНР (WAMS) производится вычисление разности векторов от двух устройств синхронизированных векторных измерений. При одинаковой частоте от двух УСВИ данные вычисления будут производиться правильно.

С целью повышения точности измерения начальной фазы в ЭНИП предусмотрена коррекция измеренных значений синхрофазоров путем перемножения выходного сигнала усредняющего КИХ-фильтра на опорный сигнал $e^{-j(\omega_1(t)-\omega_0)t}$. Данная возможность задается при конфигурировании ЭНИП. В целях совместимости с другими устройствами синхронизированных векторных измерений, реализованных строго в соответствии со стандартом IEEE C37.118.2, данная операция может быть при настройке ЭНИП исключена.

Ниже приведены графики оценки начальной фазы сигнала при подаче на вход ЭНИП синусоидального сигнала

$$x(t) = X_m \cos(2\pi 45 - 0,5\pi)$$

при наличии (кривая 1) и отсутствии коррекции оценки начальной фазы сигнала φ (кривая 2)



Для правильной оценки комплексных амплитуд токов и напряжений при электро-механических переходных процессах, а также при плавном изменении нагрузки и при работе режимной автоматики, в устройствах синхронизированных векторных измерений необходимо учитывать групповое время запаздывания, создаваемого усредняющими КИХ-фильтрами. При этом обязательным условием для точной работы УСВИ является линейность фазо-частотной характеристики фильтра в диапазоне частот от 0 до 5 Гц. Групповое время задержки усредняющего КИХ-фильтра, используемого по умолчанию, составляет 30 мс.

Специально разработанный метод синтеза временных окон, усредняющих КИХ-фильтров позволяет при синтезе фильтров минимизировать групповое время задержки фильтров.

Соответствие стандарту IEEE C37.118.1

ЭНИП соответствует требованиям IEEE C37.118.1 по требованиям к статическим и динамическим характеристикам устройств синхронизированных векторных измерений.

Статические характеристики ЭНИП соответствуют или превосходят требования стандарта IEEE C37.118.1 по точности и диапазонам измерения комплексных амплитуд тока и напряжения, частоты, допустимому уровню высших гармоник.

В Приложении Б приведены результаты математического моделирования и испытаний ЭНИП на соответствие требованиям стандарта IEEE C37.118.1.

При разработке интеллектуального электронного устройства ЭНИП были учтены как требования стандарта IEEE C37.118.1, так и нестационарный характер входных сигналов ИЭУ – устройство отстроено от помех в виде свободных составляющих электромагнитных переходных процессов и высших гармоник и обеспечивает требуемую точность измерения векторов тока и напряжения при изменении частоты энергосистемы, а также при изменении огибающих токов и напряжений основной гармоники в условиях электромеханических переходных процессов в энергосистеме, при изменении нагрузки, вследствие работы АРВ и иных устройств автоматики энергосистем. В Приложении Б приведены результаты испытаний ЭНИП при “проигрывании” comtrade-файлов, соответствующих реальным авариям в энергосистемах, а так же специально смоделированных электромагнитных и электромеханических переходных процессов.

Алгоритмы измерения параметров режима энергосистемы по основной гармонике

Вычисление параметров режима энергосистемы в ЭНИП производится на основании измеренных комплексных амплитуд токов и напряжений. В ЭНИП производится измерение как амплитуд и фаз комплексных амплитуд фазных токов и напряжений, так и их вещественных и мнимых составляющих

$$\dot{I}_a = I_{m_a} e^{j\varphi_a} = I_{1a} + jI_{2a}, \quad \dot{I}_b = I_{m_b} e^{j\varphi_b} = I_{1b} + jI_{2b}, \quad \dot{I}_c = I_{m_c} e^{j\varphi_c} = I_{1c} + jI_{2c},$$

$$\dot{U}_a = U_{m_a} e^{j\phi_a} = U_{1a} + jU_{2a}, \quad \dot{U}_b = U_{m_b} e^{j\phi_b} = U_{1b} + jU_{2b},$$

$$\dot{U}_c = U_{m_c} e^{j\phi_c} = U_{1c} + jU_{2c}.$$

Согласно IEEE C37.118.1 синхрофазоры тока и напряжения отличаются от комплексных амплитуд токов и напряжений на значение $\sqrt{2}$

$$\dot{I}_a = I_a / \sqrt{2}, \quad \dot{I}_b = I_b / \sqrt{2}, \quad \dot{I}_c = I_c / \sqrt{2}, \quad \dot{U}_a = U_a / \sqrt{2}, \quad \dot{U}_b = U_b / \sqrt{2}, \\ \dot{U}_c = U_c / \sqrt{2}.$$

Действующие значения токов I_a, I_b, I_c и напряжений U_a, U_b, U_c по основной гармонике вычисляются исходя из следующих известных выражений

$$I_a = I_{m_a} / \sqrt{2}, I_b = I_{m_b} / \sqrt{2}, I_c = I_{m_c} / \sqrt{2},$$

$$U_a = U_{m_a} / \sqrt{2}, U_b = U_{m_b} / \sqrt{2}, U_c = U_{m_c} / \sqrt{2}.$$

Вычисление полной, активной и реактивной мощности основной гармонике по каждой фазе и суммарной трехфазной мощности производится на основании следующих выражений:

$$\dot{S}_a = 0,5 \dot{U}_a \bar{I}_a = P_a + jQ_a, \dot{S}_b = 0,5 \dot{U}_b \bar{I}_b = P_b + jQ_b, \dot{S}_c = 0,5 \dot{U}_c \bar{I}_c = P_c + jQ_c,$$

$$\dot{S} = \dot{S}_a + \dot{S}_b + \dot{S}_c = (P_a + P_b + P_c) + j(Q_a + Q_b + Q_c).$$

Алгоритмы измерения параметров режима энергосистемы

В ЭНИП производятся измерения действующих значений токов и напряжений, а также для вычисления полной, активной и реактивной мощности по отдельным фазам с учетом высших гармоник (до 20 включительно).

Для измерения параметров режима электрической сети (действующие значения переменного тока и напряжения, активной, реактивной и полной мощностей, энергии активной и реактивной в прямом и обратном направлениях) используются следующие известные выражения:

$$I_a = \sqrt{\frac{1}{T_1} \int_{t-T_1}^t i_a^2(\tau) d\tau}, U_a = \sqrt{\frac{1}{T_1} \int_{t-T_1}^t u_a^2(\tau) d\tau},$$

$$P_a = \frac{1}{T_1} \int_{t-T_1}^t u_a(\tau) i_a(\tau) d\tau, Q_a = \frac{1}{T_1} \int_{t-T_1}^t \hat{u}_a(\tau) i_a(\tau) d\tau,$$

$$P = P_a + P_b + P_c, Q = Q_a + Q_b + Q_c,$$

$$S_a = U_a I_a, S = S_a + S_b + S_c,$$

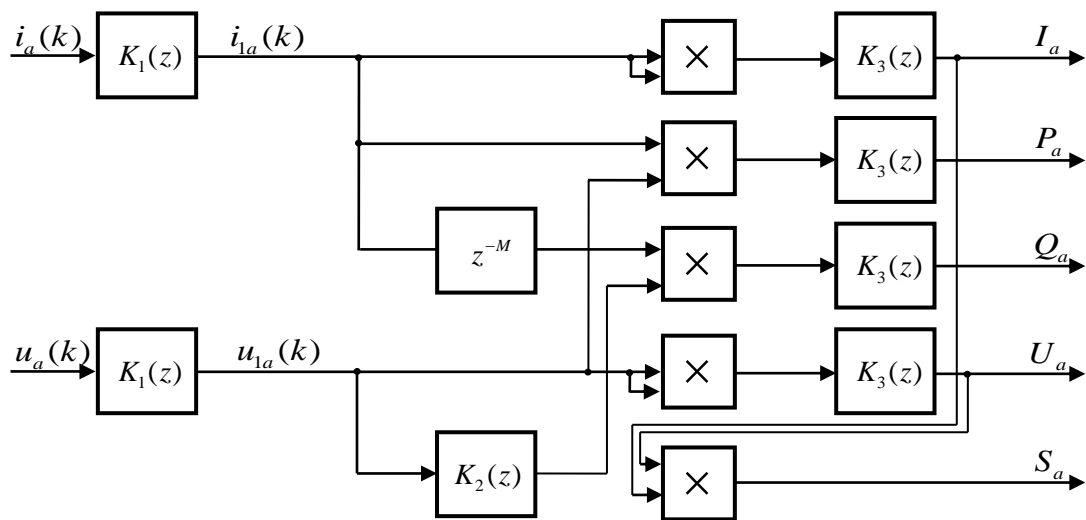
где T_1 - период основной гармонике с частотой 50 Гц,

$\hat{u}_a(\tau)$ - напряжение, начальные фазы основной гармонике и всех высших гармоник которого относительно соответствующих гармоник напряжения фазы a сдвинуто на угол $\pi/2$.

При этом активная/реактивная мощность определяются как сумма активных/реактивных мощностей отдельных гармоник.

Ниже приведена упрощенная структурная схема алгоритма измерения действующих значений тока и напряжения, полной, активной и реактивной мощности фазы a .

Цифровые фильтры с системной функцией $K_1(z)$ используются для подавления в сигналах, соответствующим фазным токам и напряжениям, экспоненциальных составляющих электромагнитных переходных процессов. Установившееся значение выходных сигналов на выходе фильтров соответствует периодическому сигналам $i_{1a}(k)$ и $u_{1a}(k)$.



Для реализации приведенных выше выражений используются следующие алгоритмы для измерения и вычисления среднеквадратических (действующих) значений фазных токов и напряжений, полной, активной и реактивной мощности отдельной фазы

$$I_a(k) = \sqrt{\sum_{n=k-N+1}^k i_{1a}^2(n)g_3(k-n)}, \quad U_a(k) = \sqrt{\sum_{n=k-N+1}^k u_{1a}^2(n)g_3(k-n)},$$

$$P_a(k) = \sum_{n=k-N+1}^k i_{1a}(n)u_{1a}(n)g_3(k-n), \quad Q_a(k) = \sum_{n=k-N+1}^k i_{1a}(n)\hat{u}_{1a}(n)g_3(k-n),$$

$$S_a(k) = U_a(k)I_a(k),$$

где $T = 0,0005$ - шаг дискретизации, $k \cdot T$ - текущее дискретное время,

$g_3(k)$ - импульсная функция усредняющего КИХ-фильтра с системной функцией $K_3(z)$, N - длина КИХ-фильтра ($N = 100$).

При этом импульсная функция усредняющего КИХ-фильтра $K_3(z)$ синтезирована таким образом, чтобы обеспечить независимость результатов измерений от девиации частоты в энергосистеме.

Проектирование фильтров, применяемых в алгоритмах для измерения реактивной мощности, имеет свои особенности. В первую очередь необходимо обеспечить изменение начальной фазы всех гармоник напряжения на угол 90° с учетом девиации частоты энергосистемы. В теории цифровой обработки сигналов для решения подобных задач применяется специальный фильтр - цифровой преобразователь Гильберта и согласованная линия задержки.

В ЭНИП для точного измерения реактивной мощности как суммы реактивных мощностей отдельных гармоник используются цифровые преобразователи Гильберта с системной функцией $K_2(z)$ и согласованная линия задержки ($M=100$).

Использование преобразования Гильберта и связанного с данным преобразованием аналитического сигнала, позволяет производить определение огибающей и мгновенной частоты. Но это корректно только для узкополосных процессов с нулевым моментом. Применение же указанного преобразования для периодических сигналов допустимо лишь при очень малом уровне высших гармоник. Дело в том, что при наличии во входном сигнале высших гармоник при возведении в квадрат и последующим суммированием входного и сопряженного по Гильберту сигналов наряду с постоянными составляющими присутствуют опять-таки гармоники. К аналогичному результату приведет вычисление реактивной энергии через составляющие аналитического сигнала напряжения и тока.

Использование усредняющих КИХ-фильтров $K_3(z)$ позволяет удалить из сигналов перечисленные составляющие и обеспечить требуемую точность вычисления реактивной мощности при любом реальном существующем в энергосистемах уровне высших гармоник.

Приложение 3. Испытания ЭНИП-2-...-ХЗ на соответствие IEEE C37.118.1

Математическое моделирование

Математическое моделирование ЭНИП может быть произведено с помощью математических программ Matlab, Mathcad, а также с помощью специализированного программного обеспечения.

Ниже приводятся необходимые зависимости для моделирования ЭНИП для аналоговой системы-прототипа.

Входной сигнал устройства $x(t)$ состоит из синусоидального сигнала промышленной частоты, экспоненциальной помехи и $(N - 2)$ -го числа высших гармоник

$$x(t) = \text{Re}(\dot{\mathbf{X}}^T e^{\mathbf{p}t}) \text{ или } x(t) = 0,5(\dot{\mathbf{X}}^T e^{\mathbf{p}t} + \bar{\mathbf{X}}^T e^{\bar{\mathbf{p}}t}),$$

где вектора комплексных амплитуд и частот входного сигнала $\dot{\mathbf{X}} = [\dot{X}_0 \quad \dot{X}_1 \quad \dot{X}_2 \quad \dots \quad \dot{X}_{N-1}]^T$, $\mathbf{p} = [-\beta_0 \quad j\omega_1 \quad j2\omega_1 \quad \dots \quad j(N-1)\omega_1]^T$,

$\bar{\mathbf{X}}$, $\bar{\mathbf{p}}$ - комплексно-сопряженные векторы.

На вход усредняющего КИХ-фильтра подается сигнал $\dot{z}(t)$, спектр которого относительно $x(t)$ смещен влево вследствие перемножения на опорный сигнал $2e^{-j\omega_0 t}$

$$\dot{z}(t) = 2e^{-j\omega_0 t} x(t) = \dot{\mathbf{X}}^T e^{(\mathbf{p} - \tilde{\mathbf{N}}j\omega_0)t} + \bar{\mathbf{X}}^T e^{(\bar{\mathbf{p}} - \tilde{\mathbf{N}}j\omega_0)t},$$

где $\omega_0 = 2\pi 50$ рад/с, \mathbf{C} - единичный вектор размерностью N .

Расчет реакции фильтра $\dot{y}(t)$ может быть произведен на основании следующих выражений

$$\dot{y}(t) = \dot{\mathbf{Y}}_1(t)^T e^{(\mathbf{p} - j\omega_0 \mathbf{C})t} + \dot{\mathbf{Y}}_2(t)^T e^{(\bar{\mathbf{p}} - j\omega_0 \mathbf{C})t},$$

где $\dot{\mathbf{Y}}_1(t) = \text{diag}(\dot{\mathbf{X}})K(\mathbf{p} - j\omega_0 \mathbf{C}, t)$, $\dot{\mathbf{Y}}_2(t) = \text{diag}(\bar{\mathbf{X}})K(\bar{\mathbf{p}} - j\omega_0 \mathbf{C}, t)$, $\mathbf{C} = [1]_N$.

Для более точного моделирования необходимо использовать дискретные модели сигналов и импульсных функций фильтров.

Статические характеристики

Метрологические характеристики ЭНИП определяются используемым алгоритмом обработки сигналов, прежде всего характеристиками усредняющих КИХ-фильтров, аналоговой подсистемой и АЦП.

Для автоматизации поверки и метрологических испытаний ЭНИП используется программно-технический комплекс (ПТК) “ES-TEST”.

Используемое оборудование:

1. УППУ-МЭ3.1 для испытаний ЭНИП-2-45(41),
2. РЕТОМ-61850 для испытаний ЭНИП-2-0.

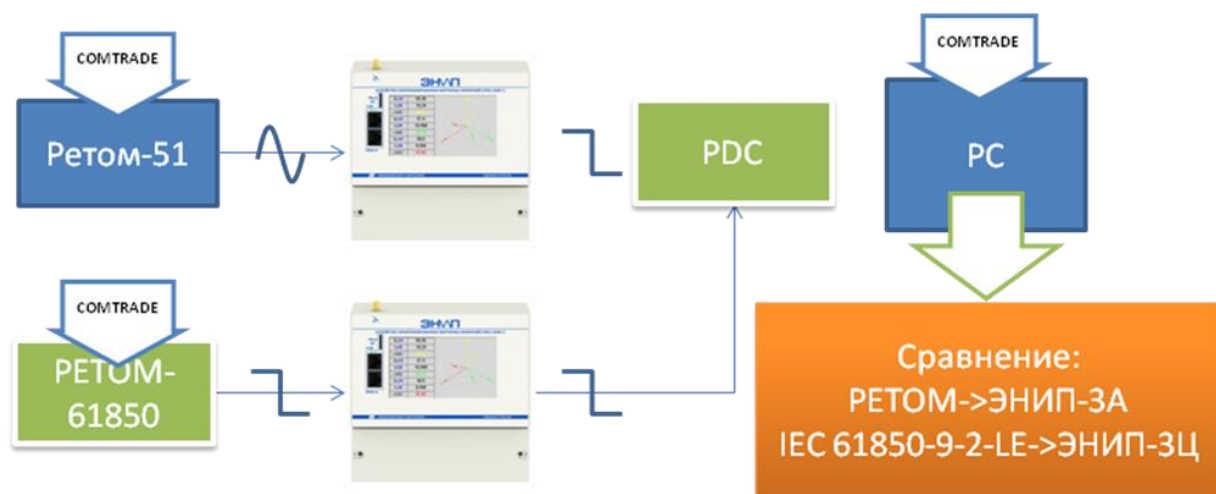
Метрологические характеристики ЭНИП соответствуют заявленным и превосходят требования стандарта по точности и диапазонам измерения комплексных амплитуд тока и напряжения, частоты, допустимому уровню высших гармоник.

Динамические характеристики

Для испытаний ЭНИП на соответствие стандарту используется программно-технический комплекс (ПТК) “ES-TEST”.

Используемое оборудование:

1. РЕТОМ-51 для испытаний ЭНИП-2-45(41),
2. РЕТОМ-61850 для испытаний ЭНИП-2-0.



При проведении динамических тестов (испытаний) ЭНИП на испытательных установках РЕТОМ-51 и РЕТОМ-61850 производилось “проигрывание” специально подготовленных comtrade-файлов с входными сигналами, соответствующим тестам IEEE C37.118.1.

Входной сигнал ЭНИП-2-0 с цифровыми входами согласно IEC 61850-9-2LE, соответствующий входному напряжению или току, для трех динамических тестов описывается с помощью следующего выражения

$$x(k) = X(k) \cos(\psi(k)),$$

Первый динамический тест

В первом тесте dynamic compliance – measurement bandwidth огибающая входного сигнала ИЭУ $X(k)$, полная фаза $\psi(k)$, начальная фаза и частота изменяются по периодическому закону и описываются с помощью следующих выражений

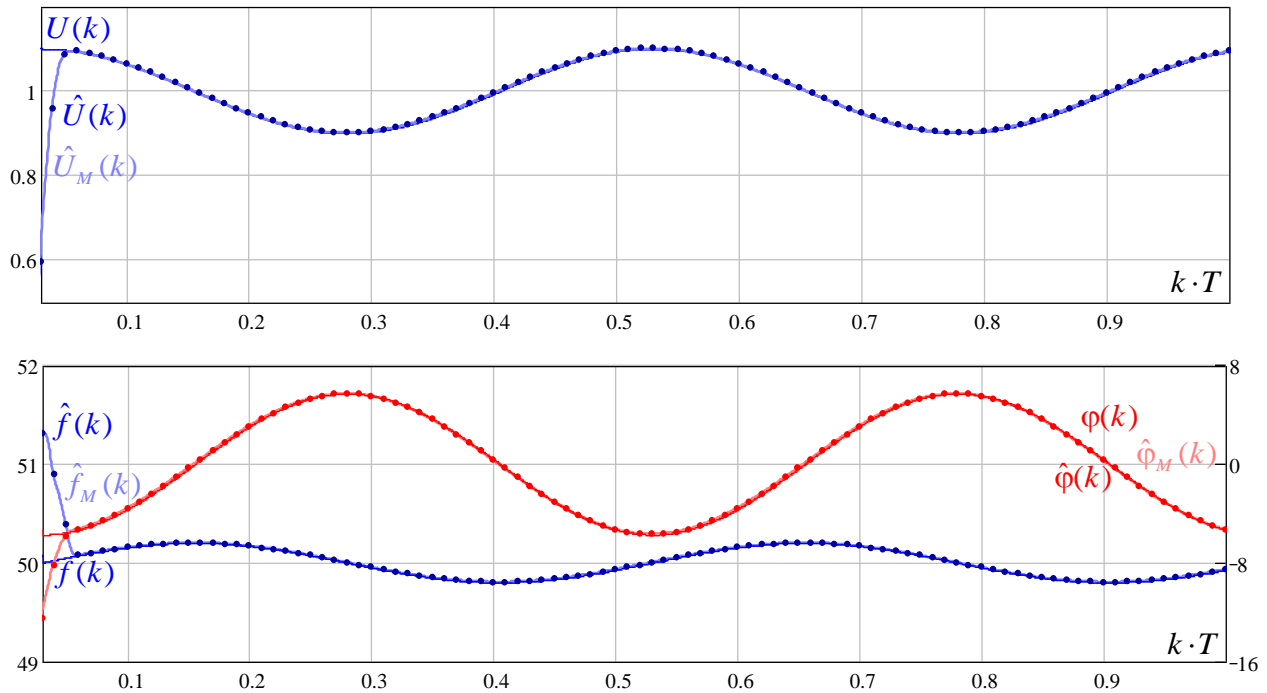
$$X(k) = X_m (1 + k_x \cos(\omega_x kT)), \quad \psi(k) = \omega_0 t + k_a \cos(\omega_x kT - \pi),$$

$$\varphi(k) = k_a \cos(\omega_x kT - \pi), \quad f(k) = \frac{\omega_0}{2\pi} - k_a \frac{\omega_x}{2\pi} \cos(\omega_x kT - \pi),$$

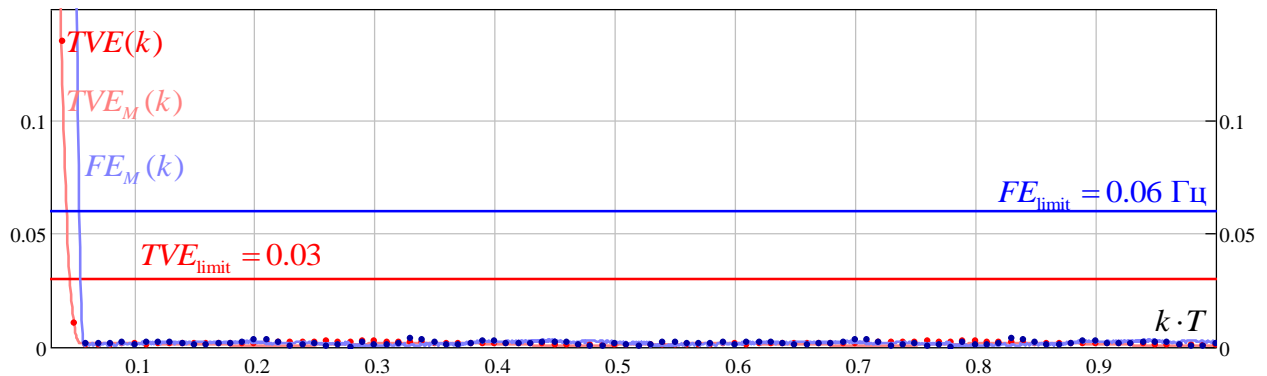
где $k_x = 0,1(0)$; $k_a = 0,1$; $\omega_x = 0,1 \div 4\pi(10\pi)$, kT - дискретное время, $T = 0,0005$ мс - шаг дискретизации.

На рис. 20 представлены результаты испытаний ЭНИП-0 по первому тесту (class P) при $\omega_x = 4\pi$, $k_x = 0,1$; $k_a = 0,1$ и при скорости передачи данных $F_s = 100$ Гц.

На графике показаны относительное значение огибающей $U(k)$, частоты $f(k)$ и начальная фаза $\varphi(k)$ входного напряжения; $\hat{U}_M(k)$, $\hat{f}_M(k)$, $\hat{\varphi}_M(k)$ - результаты, полученные в результате математического моделирования, $\hat{U}(k)$, $\hat{f}(k)$, $\hat{\varphi}(k)$ - результаты измерений с помощью ЭНИП-2-0.



Полная погрешность измерения вектора напряжения TVE (Total vector error) и погрешность в измерении частоты FE (Frequency Measurement Error) в ЭНИПЦ значительно меньше допустимых значений.



Скорость изменения частоты (RFE, Rate of change of Frequency Error) во всех опытах первого теста, также как и TVE и FE, не превышает допустимых значений для ИЭУ классов Р и М.

Второй динамический тест

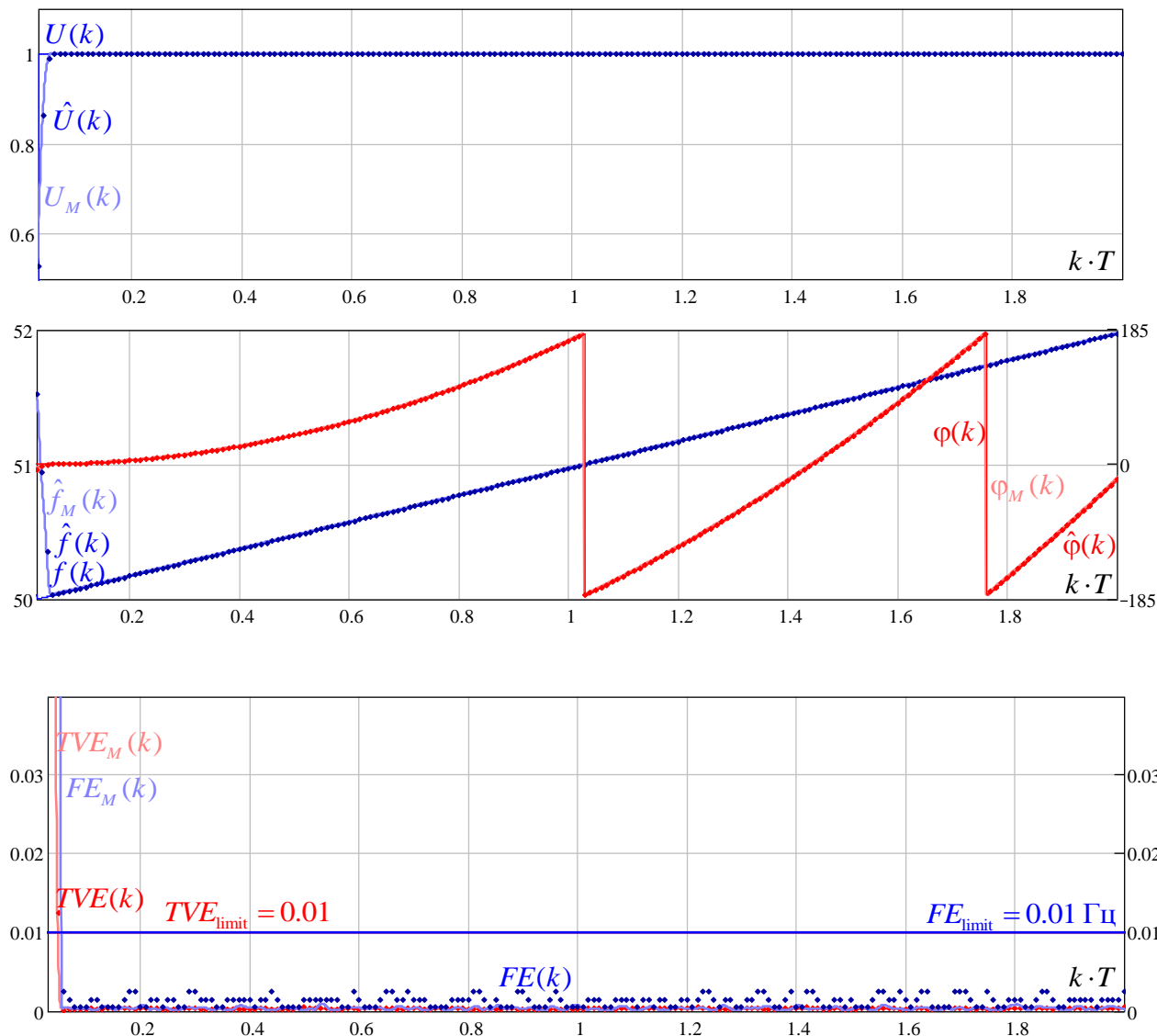
При испытаниях по второму тесту (dynamic compliance – performance during ramp of system frequency) огибающая входного сигнала неизменна, а частота изменяется по линейному закону

$$X(k) = X_m, \psi(k) = \omega_0 kT + \pi R_f (kT)^2,$$

$$\varphi(k) = \pi R_f (kT)^2, \quad f(k) = \frac{\omega_0}{2\pi} + R_f kT,$$

где $R_f = 1$ Гц/с.

Результаты испытаний для ИЭУ (class P) при $F_s = 100$ Гц:



Результатам испытаний ЭНИП-0 по второму тесту: соответствие требованиям стандарта по TVE, FE и RFE (class P и class M).

Третий динамический тест

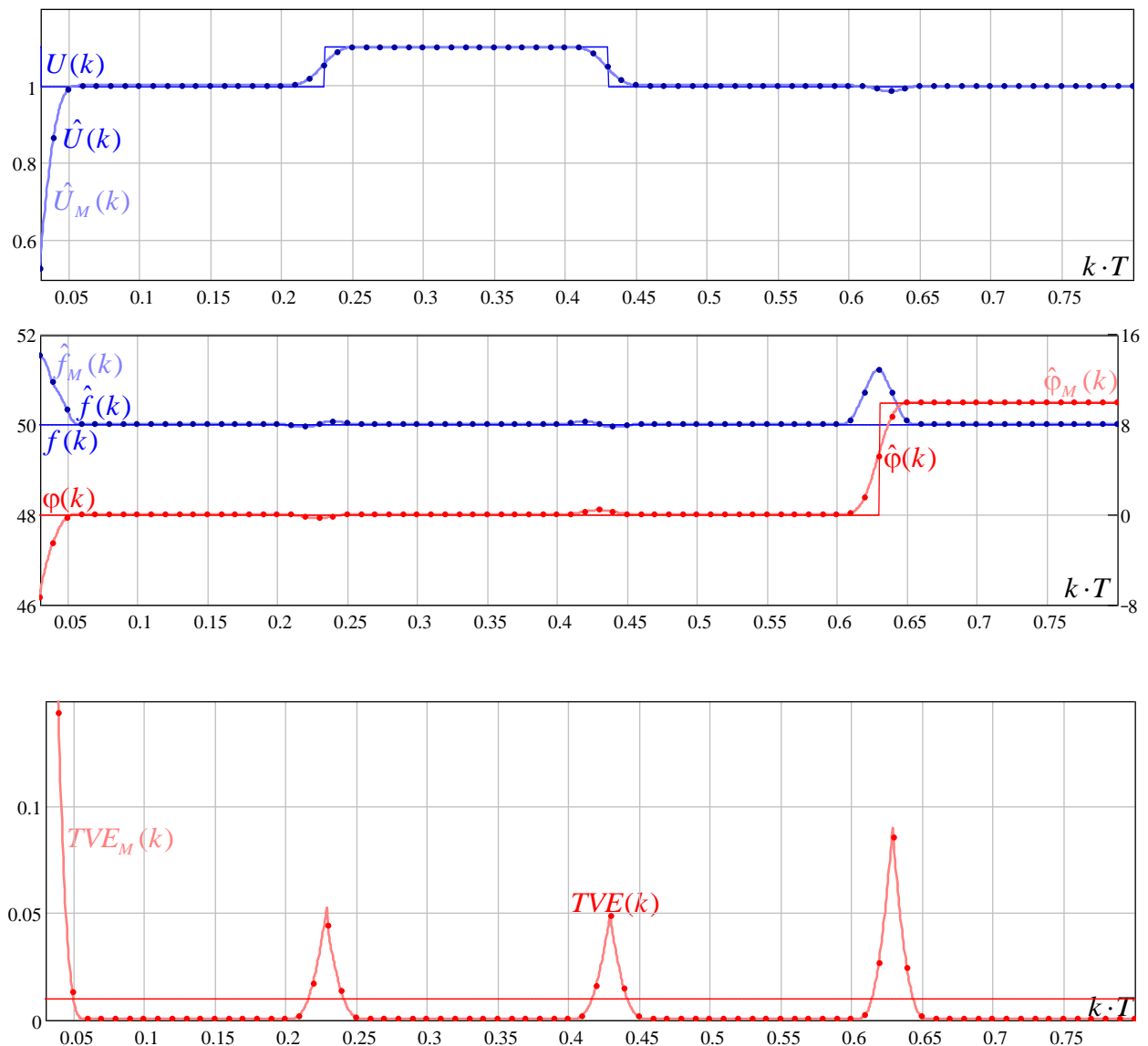
Математическое описание входного сигнала ИЭУ по испытаниям третьего теста (Dynamic compliance – performance under step changes in phase and magnitude)

$$X(k) = X_m [1 + k_x f_1(kT)], \quad \psi(k) = \omega_0 kT + k_a f_1(k)$$

$$f_1(k) = 1(kT); k_x = 0,1; k_a = \pm\pi/18.$$

В ходе данных испытаний скачкообразно изменяется на 10 % амплитуда входного сигнала или на 10^0 начальная фаза сигнала и определяются следующие параметры: время отклика (response time), время задержки (delay time), перерегулирование (overshoot). В зависимости от скорости передачи данных накладываются ограничения на следующие параметры: TVE, FE и RFE.

Результаты испытаний для ЭНИП-2-0 при $F_s = 100$ Гц:



Результаты испытаний ЭНИП-2-0 по третьему тесту: соответствие требованиям стандарта при большинстве значений F_s . Таким образом, результаты испытаний подтвердили соответствие ЭНИП по всем статистическим и динамическим характеристикам стандарта IEEE C37.118.1-2011.

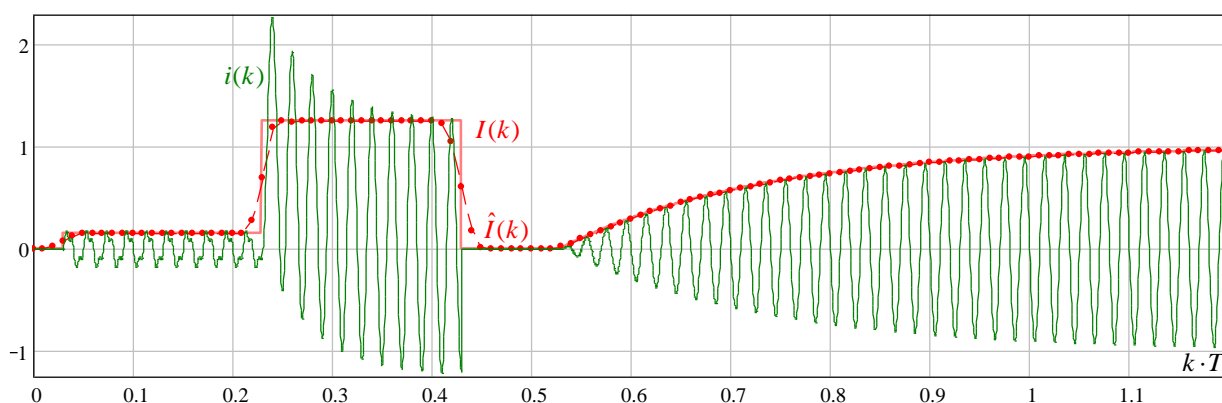
Как следует из графиков при скачкообразном изменении амплитуды или фазы напряжения (тока) основной гармоники имеют место кратковременные “всплески” погрешностей измерения комплексных амплитуд (фазоров) тока (напряжения) основной гармоники и частоты сети. Еще в большей степени это проявляется при скачкообразном изменении амплитуды или начальной фазы токов или напряжений основной гармоники при электромагнитных переходных процессах или при включении установки под напряжение. Указанные явления неизбежны. Вопрос лишь в минимизации уровня данных погрешностей, их продолжительности или обеспечения достоверности измерений.

Дополнительные динамические испытания

Испытания при сигналах с известными законами изменения амплитуды, частоты и фазы основной гармоники

Ниже представлены результаты испытаний ЭНИП-2-0 при “проигрывании” comtrade-файла, в котором последовательно воспроизводятся несколько режимов с известными законами изменения амплитуды, частоты и фазы основной гармоники тока и напряжения.

На графике показаны мгновенный ток $i(k)$, огибающая тока основной гармоники $I(k)$ и ее оценка $\hat{I}(k)$ с помощью ЭНИП-0. Как следует из рис.26, при электромагнитных переходных процессах, сопровождающихся скачкообразным изменением амплитуды тока основной гармоники и наличием свободных составляющих переходного процесса, оценка амплитуды тока производится без наличия перерегулирования собственного переходного процесса в ИЭУ даже при наличии в токе аperiодической составляющей.



Испытания при использовании comtrade-файлов реальных аварий в энергосистемах

При испытаниях ЭНИП необходимо использовать следующее оборудование: испытательные установки РЕТОМ-51, РЕТОМ-61850, на которых производится “проигрывание” comtrade-файлов реальных аварий в энергосистемах.

Данные ЭНИП фиксировались в РДС со встроенным ftp-сервером и на компьютере с установленным специализированным программным обеспечением.

Пример “проигрывания” одной из реальных аварий в энергосистеме и результат оценивания амплитуды напряжения:

