

# INSTART

## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

### Плат расширения сетевых протоколов для частотного преобразователя INPRIME MX



#### Перечень моделей:

INMX-TCP/IP,  
INMX-Ethercat,  
INMX-Profinet,  
INMX-DP,  
INMX-CANopen

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ .....	4
2. УСТАНОВКА И ПОДКЛЮЧЕНИЕ .....	5
3. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТА INMX-TCP/IP (ПРОТОКОЛ MODBUS-TCP/IP) .....	6
3.1 Описание интерфейсов и внешний вид платы .....	6
3.2 Конфигурация параметров преобразователя .....	7
3.3 Проверка и изменение IP-адреса устройства и подсети .....	7
3.4 Адресация регистров Modbus .....	12
3.5 Таблицы регистров связи .....	13
4. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТА INMX-DP (ПРОТОКОЛ PROFIBUS DP) .....	19
4.1 Описание интерфейсов и внешний вид платы .....	19
4.2 Разъем для подключения к сети Profibus DP .....	20
4.3 Конфигурация параметров преобразователя .....	21
4.4 Формат данных Profibus DP .....	22
4.5 Пример конфигурации в TIA portal 15 .....	24
5. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТА INMX-PROFINET (ПРОТОКОЛ PROFINET) .....	33
5.1 Описание интерфейсов и внешний вид платы .....	33
5.2 Конфигурация параметров преобразователя .....	34
5.3 Пример конфигурации в TIA portal 15 .....	35
6. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТА INMX-ETHERCAT (ПРОТОКОЛ ETHERCAT) .....	36
6.1 Описание интерфейсов и внешний вид платы .....	36
6.2 Конфигурация параметров преобразователя частоты .....	38
6.3 Управление по протоколу Ethercat .....	38
6.4 Пример конфигурации мастера сети и настройка параметров по сети EtherCAT .....	43
7. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТА INMX-CANOPEN (ПРОТОКОЛ CANOPEN) .....	49
7.1 Описание интерфейсов и внешний вид платы .....	49
7.2 Конфигурация параметров преобразователя частоты .....	53
7.3 Работа по протоколу CANopen .....	53
7.4 Пример конфигурации мастера сети и настройка параметров по сети CANopen .....	57
8. ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ .....	63

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для специалистов, осуществляющих монтаж, настройку и эксплуатацию плат расширения INMX-Profinet, INMX-TCP/IP, INMX-DP, INMX-Ethercat, INMX-Canopen совместно с частотными преобразователями INPRIME MX. Обратите внимание, что плата расширения не является самостоятельным устройством и работает исключительно в составе указанного преобразователя частоты. В документе содержатся требования безопасности, а также инструкции по установке, подключению и вводу в эксплуатацию.

Коммуникационные платы позволяют интегрировать преобразователь в современные промышленные сети управления, обеспечивая:

- Высокоскоростной обмен данными
- Точную синхронизацию нескольких приводов
- Удаленное управление и мониторинг
- Интеграцию в системы АСУ ТП

Поддерживаемые протоколы:

1. Profinet (плата INMX-Profinet)
2. Modbus-TCP/IP (плата INMX-TCP/IP)
3. Profibus DP (плата INMX-DP)
4. EtherCAT (плата INMX-Ethercat)
5. CANopen (плата INMX-Canopen)

*Планирование и проведение установки и ввода в эксплуатацию должны осуществляться в строгом соответствии с местными нормативными актами и правилами. Компания INSTART не несёт ответственности за последствия, вызванные несоблюдением примененного законодательства, норм или правил. Кроме того, такое несоблюдение может привести к неисправностям, на которые не распространяется гарантия производителя.*

*При возникновении вопросов, связанных с применением частотного преобразователя с платами расширения или необходимостью сервисного обслуживания, обратитесь в службу технической поддержки ООО «Инстарт».*

## 1. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Ознакомьтесь со всеми инструкциями данного руководства перед установкой, использованием и обслуживанием преобразователя частоты. Строго соблюдайте правила электробезопасности, используйте соответствующее защитное оборудование и получите необходимые консультации, если планируете использовать оборудование способом, не описанным в данном руководстве.

- К работам допускается только квалифицированный персонал, прошедший обучение по работе с электрооборудованием и имеющий группу по электробезопасности не ниже III.

- Перед установкой или заменой плат расширения отключите питание частотного преобразователя и убедитесь в отсутствии напряжения на клеммах.

- Используйте только оригинальные платы расширения INPRIME MX, совместимые с данным частотным преобразователем.

- Запрещается устанавливать или снимать платы при включённом питании.

- Запрещается подключать или отключать разъёмы и клеммы под напряжением.

- Соблюдайте требования защиты от электростатического разряда.

- При возникновении неисправностей (запах гари, дым, искры) немедленно отключите питание и обратитесь в службу технической поддержки.

## 2. УСТАНОВКА И ПОДКЛЮЧЕНИЕ

Конструкция представляет собой съёмный модуль (блок INMX-Ecard), внутрь которого устанавливается плата расширения. Таким образом, монтаж включает установку и крепление платы в слоте модуля и подключение собранного модуля к основному устройству через разъём IDC-24MS.

### Порядок установки платы расширения:

1) Если блок INMX-Ecard присоединён к преобразователю частоты, аккуратно отсоедините его и откройте корпус.

2) Установите плату расширения в слот модуля, как показано на рисунке 2.1 (место установки и плата обведены оранжевым цветом), и зафиксируйте её винтами в предусмотренных отверстиях.

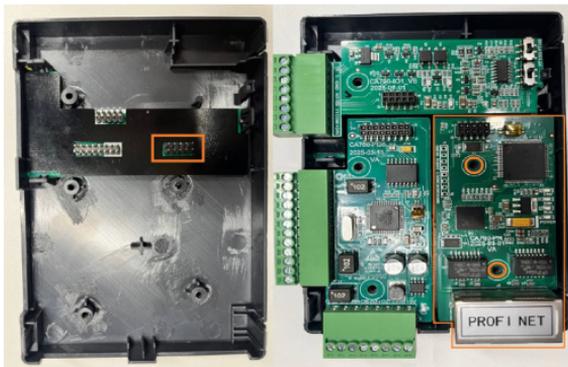


Рисунок 2.1 – Установка платы в модуль для плат расширения INMX-Ecard

3) Убедитесь, что разъёмы плотно и полностью сочленены.

4) Закройте блок INMX-Ecard и подключите его к преобразователю частоты INPRIME MX через разъём IDC-24MS (присоединение к ПЧ в зависимости от мощности показано на рисунке 2.2).



Рисунок 2.2 – Места присоединения модуля INMX-Ecard для разной мощности (по режиму G)

### 3. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТА INMX-TCP/IP (ПРОТОКОЛ MODBUS-TCP/IP)

Плата INMX-TCP/IP реализует протокол Modbus-TCP/IP через Ethernet. Это универсальное решение для интеграции в системы SCADA, ПЛК с поддержкой Ethernet или другие устройства, использующие данный открытый протокол. Поддерживает функции 03, 04, 06, 16 протокола Modbus; работа в режиме Slave, порт 502.

#### 3.1 Описание интерфейсов и внешний вид платы

Внешний вид платы расширения представлен на рисунке 3.1, а описание интерфейсов платы – в таблице 3.1.



Рисунок 3.1 – Внешний вид платы INMX-TCP/IP

Таблица 3.1 – Назначение разъемов и светодиодов на плате INMX-TCP/IP

Интерфейс	Описание
RJ45 порт	Сетевой порт 10/100 Мбит/с. Используйте экранированную витую пару Cat.5e.
10-пиновый разъем	Подключение к блоку INMX-Ecard
Светодиод POWER	Индикатор питания (зеленый).
Светодиод RUN	Индикатор работы/обмена данными (зеленый, мигает).
Светодиод ERR	Индикатор ошибки (красный).
Светодиод Egor	Индикатор ошибки связи (красный).

### 3.2 Конфигурация параметров преобразователя

В таблице 3.2 указаны параметры преобразователя частоты, которые нужно настроить для работы по сетевому протоколу Modbus TCP/IP.

Таблица 3.2 – Параметры ПЧ для настройки работы по коммуникационным протоколам

Функциональный код	Название функции	Значение функции	Установить значение
P0-04	Источник команд пуска/ останова	2: Протокол связи	2
P0-06	Источник задания частоты А	7: Протокол связи	7
P8-04	Время срабатывания защиты по отключению связи	0.0 (защита отключена), 0.1 мс ~ 30.0 мс	В зависимости от технологических условий
P8-11	Выбор коммуникационного протокола	0: Протокол Modbus 1: Коммуникационный протокол платы расширения (кроме Modbus TCP/IP)	0



Для проверки и установки IP адреса необходимо воспользоваться приложением LAEConfig.exe, размещенном на сайте <https://instart-info.ru/>

### 3.3 Проверка и изменение IP-адреса устройства и подсети

Обязательна настройка адреса подсети и адреса устройства ПЧ перед подключением по протоколу Modbus TCP/IP.

Для проверки и установки IP адреса необходимо воспользоваться приложением **LAEConfig.exe**, размещенном на сайте <https://instart-info.ru/>:

1. Подключите плату расширения к ПК.
2. Зайдите в архив программы (не распаковывая архив) и выберите приложение LAEConfig.exe (рис. 3.2).

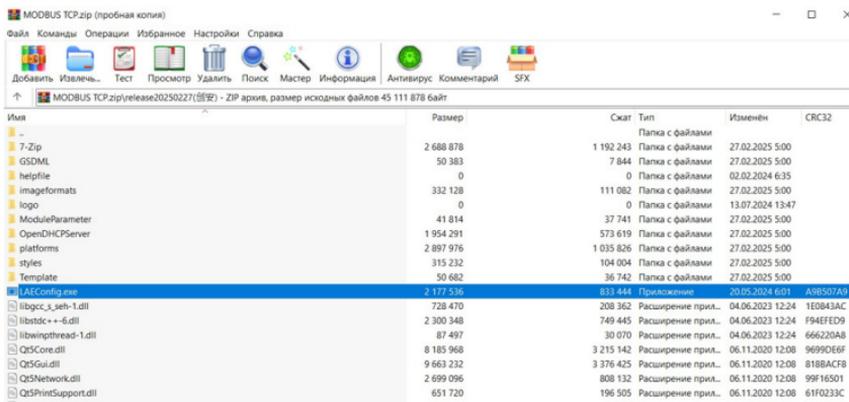


Рисунок 3.2 – Выбор приложения для проверки IP-адреса устройства

3. После запуска программы поменяйте язык на английский в правом верхнем углу окна приложения (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Выбор языка

4. Выберите на верхней панели «Scan Mode», появится окно, на котором нужно нажать кнопку «Scan» (рис. 3.4). После окончания сканирования закрыть окно «Scanning module».

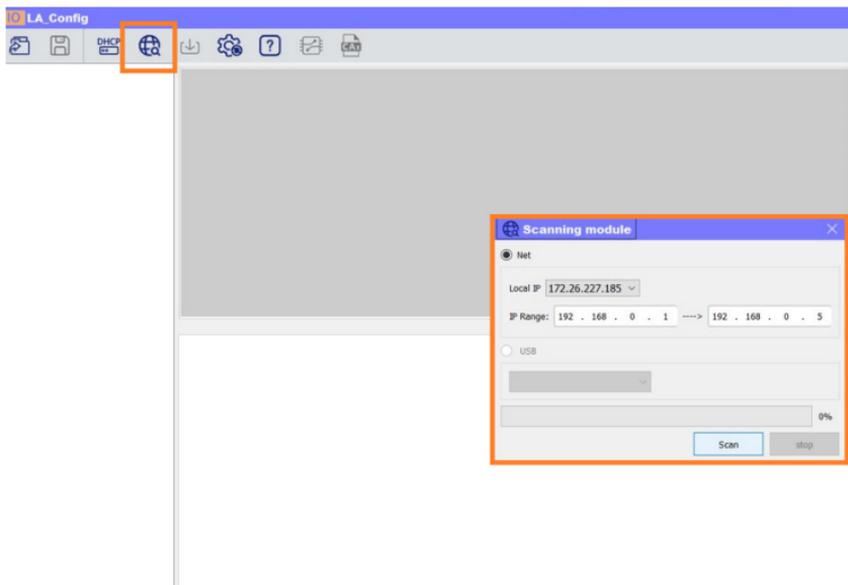


Рисунок 3.4 – Сканирование IP-адреса устройства

5. IP-адрес устройства появится в следующем окне (рис. 3.5).

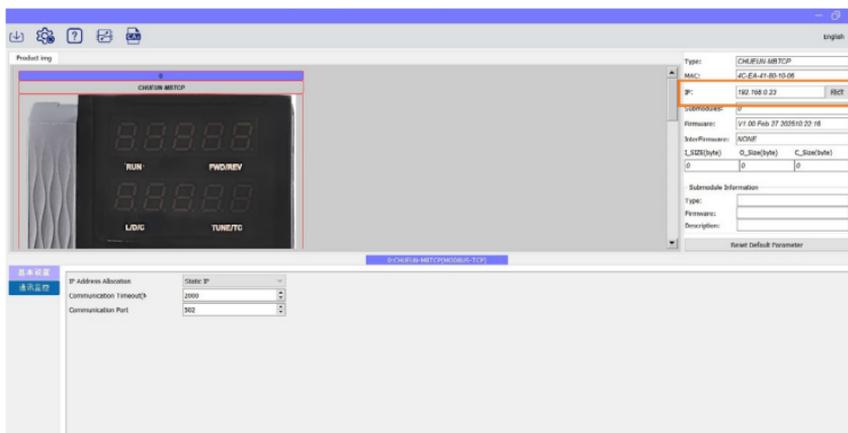


Рисунок 3.5 – IP-адрес устройства

6. Для изменения IP-адреса нажать на меню «Settings» в верхнем меню, откроется окно «Factory tools», нажать на кнопку «Broadcast scan» (рис. 3.6).

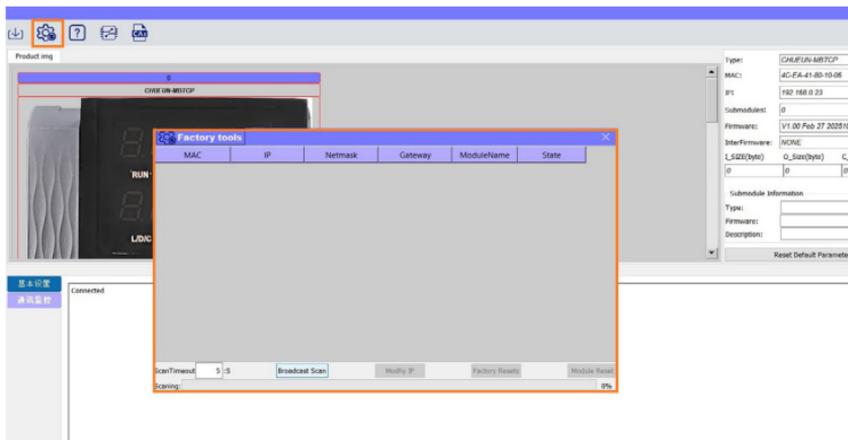


Рисунок 3.6 – Окно «Factory tools»

7. В ячейках столбцов «IP», «Netmask» и «Gateway» можно изменять значения, после чего сохранять их, нажав «Modify IP» (рис. 3.7).

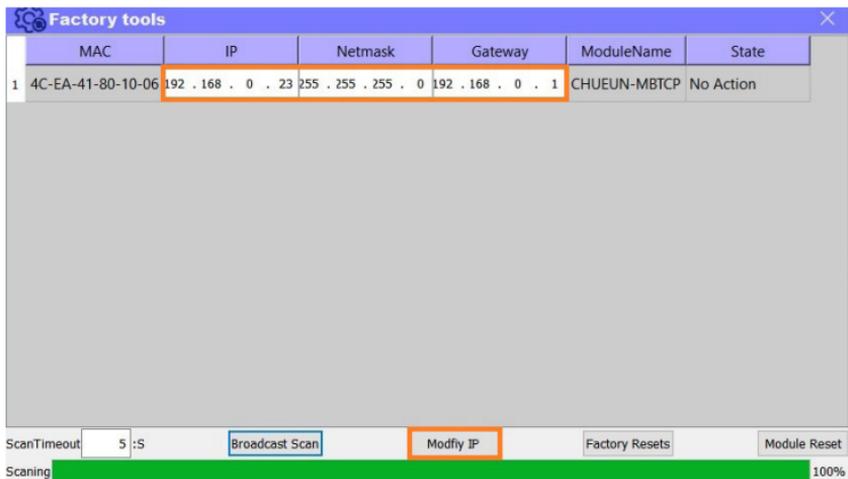


Рисунок 3.7 – Изменение IP-адресов

8. Далее можно подключиться к любой программе, которая может осуществлять опрос приборов по протоколу Modbus TCP, работающих по интерфейсу Ethernet, например, OWEN OPC SERVER, выбрать порт, IP-адрес и протокол (рисунки 3.8 и 3.9).

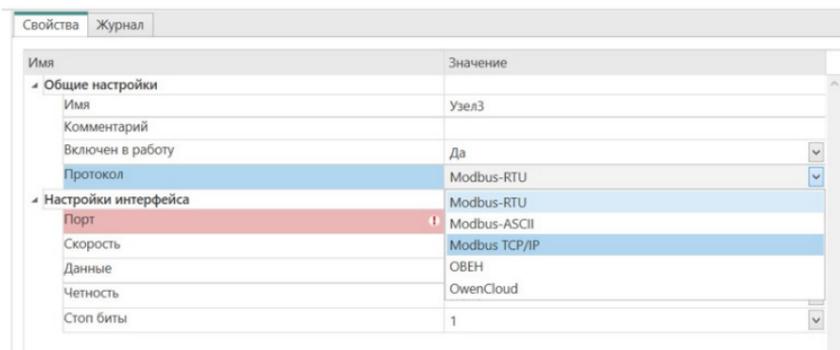


Рисунок 3.8 – Выбор типа сетевого протокола в программе OWEN OPC SERVER

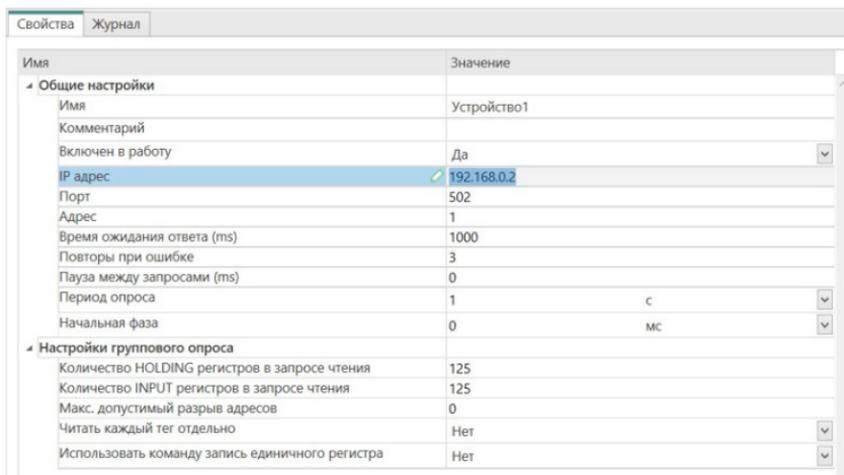


Рисунок 3.9 – Пример настроек сетевого протокола в программе OWEN OPC SERVER

9. Адресация регистров соответствует стандарту Modbus (см. главу 3.4).

### 3.4 Адресация регистров Modbus

Адрес регистра составляется на основе номера группы и номера параметра.

Таблица 3.3 – Адреса передачи данных

Группа параметров	Регистр	Запись в RAM
P0-PE	0xF000–0xPEPF	0x0000–0x0EPF
A0-AF	0xA000–0xAPFF	0x4000–0x4PFF
B0-BF	0xB000–0xBPPF	0x5000–0x5PPF
C0-CF	0xC000–0xCPPF	0x6000–0x6PPF
U0-U1	0x70xx–0x71xx	-

Например, для P04-12 регистр будет 0xF40C, где F4 представляет номер группы P04; 0C представляет шестнадцатеричный формат числа номера параметра 12 в группе P04.

Для параметра A3-22 регистром будет 0xA316, где A3 представляет собой номер группы A03; 16 представляет шестнадцатеричный формат числа номера параметра 22 в группе A03.

Для примера в таблице 3.4 показан перевод всех параметров группы P0 в адреса регистров Modbus.

Таблица 3.4 – Таблица соответствия адресов параметров

Функциональный код	Адрес Modbus	Функциональный код	Адрес Modbus	Функциональный код	Адрес Modbus
P0-00	F000	P0-01	F001	P0-02	F002
P0-03	F003	P0-04	F004	P0-05	F005
P0-06	F006	P0-07	F007	P0-08	F008
P0-09	F009	P0-10	F00A	P0-11	F00B
P0-13	F00D	P0-14	F00E	P0-15	F00F
P0-16	F010	P0-17	F011	P0-18	F012
P0-19	F013	P0-20	F014	P0-21	F015
P0-22	F016	P0-23	F017	P0-24	F018
P0-25	F019	P0-26	F01A	P0-27	F01B
P0-28	F01C	P0-29	F01D		

Поскольку EEPROM часто перезаписывается, это сокращает срок службы EEPROM; для некоторых параметров есть возможность записывать значения в оперативную память RAM. К этой функции можно попасть только путем изменения старшего разряда соответствующего кодового адреса с F на 0 (для групп P), с A на 4 (для групп A), с B на 5 и с C на 6 (см. таблицу 3.3)



Группа U — только для чтения Некоторые параметры нельзя изменять при работающем ПЧ. При изменении параметров кода функции следует также учитывать диапазон настройки параметров, единицы измерения.

### 3.5 Таблицы регистров связи

Таблица 3.5 – Параметры мониторинга

Адрес (HEX)	Параметр	Единицы измерения	Доступ	Описание
0x1000	Уставка по связи	0.01 %	Чтение/ Запись	-10000...10000 (-100.00 %... 100.00 %)
0x9000	Частота уставки по связи	0.01 Гц	Чтение/ Запись	0 Гц...P0-14 (макс. частота)
0x1001	Заданная частота	0.01 Гц	Только чтение	Целевая частота управления
0x1002	Рабочая частота	0.01 Гц	Только чтение	Фактическая выходная частота
0x1003	Напряжение шины DC	0.1 В	Только чтение	Напряжение на конденсаторах
0x1004	Выходное напряжение	0.1 В	Только чтение	Напряжение на клеммах U/V/W
0x1005	Выходной ток	0.1 А	Только чтение	Ток двигателя
0x1006	Выходная мощность	0.1 кВт	Только чтение	Потребляемая мощность
0x1007	Статус цифровых входов	—	Только чтение	Битовая маска (DI1-DI4)
0x1008	Статус цифровых выходов	—	Только чтение	Битовая маска (Реле R, T, FM)
0x1009	PID уставка	—	Только чтение	Заданное значение PID
0x100A	PID обратная связь	—	Только чтение	Текущее значение обратной связи

0x100B	Напряжение AI1	0.01 В	Только чтение	После калибровки
0x100C	Напряжение AI2	0.01 В	Только чтение	После калибровки
0x100D	Напряжение AO1	0.01 В	Только чтение	Текущее значение аналогового выхода
0x100E	Текущий этап ПЛК	—	Только чтение	Активный шаг многоступенчатого режима
0x100F	Скорость двигателя	об/мин	Только чтение	Расчетные обороты
0x1010	Счетчик импульсов	—	Только чтение	Значение счетчика
0x1012	Скорость по обратной связи	0.1 Гц	Только чтение	Фактическая частота с датчика
0x1013	Оставшееся время работы	0.1 мин	Только чтение	Для таймерных функций
0x1014	Напряжение AI1 (до калибровки)	0.001 В	Только чтение	Значение до калибровки
0x1015	Напряжение AI2 (до калибровки)	0.001 В	Только чтение	Значение до калибровки
0x1016	Линейная скорость	1 м/мин	Только чтение	Для конвейерных систем
0x1017	Скорость нагрузки	Пользовательские	Только чтение	Настраивается в P7-31
0x1018	Время с включения питания	1 мин	Только чтение	Общая наработка
0x1019	Время текущего сеанса работы	0.1 мин	Только чтение	С момента пуска
0x101A	Частота входных импульсов	1 Гц	Только чтение	Альтернативный вариант U1-16
0x101B	Основная частота (A)	0.01 Гц	Только чтение	Для сложных режимов
0x101C	Вспомогательная частота (B)	0.01 Гц	Только чтение	Для сложных режимов
0x101D	Целевой момент	0.1 %	Только чтение	100 % = номинальный момент двигателя
0x101E	Выходной момент	0.1 %	Только чтение	100% = номинальный момент двигателя
0x101F	Выходной момент	0.1 %	Только чтение	100% = номинальный ток преобразователя
0x1020	Ограничение момента	0.1 %	Только чтение	100% = номинальный ток преобразователя

0x1021	Целевое напряжение U/f разделения	1 В	Только чтение	Для специальных режимов
0x1022	Выходное напряжение U/f разделения	1 В	Только чтение	Для специальных режимов
0x1025	Вход длины	—	Только чтение	Для позиционирования
0x1026	Напряжение АО2	0.01 В	Только чтение	Текущее значение аналогового выхода
0x1027	Статус преобразователя	—	Только чтение	Состояние ПЧ
0x1028	Текущее событие	—	Только чтение	Код последнего события

Пример 1: Чтение рабочей частоты первого устройства:

0x01 0x03 0x10 0x02 0x00 0x01 0x21 0x0A,  
0x10 0x02 — адрес параметра рабочей частоты,  
0x00 0x01 — значение данных (0001),  
0x21 0x0A — контрольное значение CRC.

Пример 2: Одновременное чтение напряжения шины, выходного напряжения и выходного тока первого устройства:

0x01 0x03 0x10 0x03 0x00 0x03 — CRC контрольное значение, значение данных аналогично примеру 1.

#### **Формат данных:**

Процентные значения (0x1000): 10000 = 100.00 %,

Частотные данные: относительно P0-14 (макс. частота),

Моментные данные: относительно P3-21/P3-23 (номинальные значения).

#### **Настройка выходов:**

Для управления цифровыми выходами через Modbus – назначить функцию 16.

Для управления аналоговыми выходами через Modbus – назначить функцию 7.

Таблица 3.6 – Управление пуском и остановом ПЧ (запись)

Адрес (HEX)	Команда (HEX)	Описание
0x2000	0001	Прямой пуск
	0002	Реверсный пуск
	0003	Прямой толчковый режим (Jog)
	0004	Реверсный толчковый режим (Jog)
	0005	Останов по инерции
	0006	Торможение с замедлением
	0007	Сброс ошибки
	0008	Сброс ошибки (только в режиме управления по Modbus)

Таблица 3.7 – Состояние ПЧ (только чтение)

Адрес (HEX)	Значение (HEX)	Состояние
0x3000	0001	Прямое вращение
	0002	Реверс
	0003	Останов

Таблица 3.8 – Управление цифровыми выходами (только запись)

Адрес (HEX)	Бит	Выход
0x2001	Бит0	Управление реле T
	Бит1	Управление FM
	Бит2	Управление реле R

Таблица 3.9 – Управление аналоговыми выходами (только запись)

Адрес (HEX)	Диапазон (HEX)	Соответствие
0x2002 (AO1)	0x0000– 0x7FFF	0–100 %
0x2003 (AO1)	0x0000– 0x7FFF	0–100 %

Таблица 3.10 – Журнал событий преобразователя (чтение)

Адрес (HEX)	Код ошибки (HEX)	Тип ошибки
0x8000	0	Нет ошибки
	4	Перегрузка по току при разгоне
	5	Перегрузка по току при торможении
	6	Перегрузка по току на постоянной скорости
	7	Перегрузка по току при остановке
	8	Перенапряжение при разгоне
	9	Перенапряжение при торможении
	000A	Перенапряжение на постоянной скорости
	000B	Перенапряжение при остановке
	000C	Низкое напряжение питания
	000D	Перегрузка преобразователя
	000E	Перегрузка двигателя
	000F	Перегрев модуля
	11	Ошибка обнаружения тока
	14	КЗ на землю
	15	Ошибка идентификации электродвигателя
	17	Обрыв фазы на входе
	18	Обрыв фазы на выходе
	19	Ошибка чтения/записи EEPROM
001A	Превышено количество попыток ввода пароля	

0x8000	001B	Ошибка связи
	001C	Внешняя ошибка
	001D	Превышено отклонение скорости
	001E	Пользовательская ошибка 1
	001F	Пользовательская ошибка 2
	20	Потеря ПИД-обратной связи при работе
	21	Аппаратное ограничение тока
	22	Потеря нагрузки
	23	Перегрузка тормозного резистора
	24	Неисправность контактора
	25	Истекло заданное время работы
	27	Достигнуто время непрерывной работы
	28	Достигнуто суммарное время работы
	29	Истекло время с включения питания
	002B	Превышение скорости двигателя
002 F	Ошибка соединения master-slave	

При ошибках связи:

**Чтение:** возвращает адрес 0x83XX

**Запись:** возвращает адрес 0x86XX

**Пример команды пуска (прямое вращение):**

[01][06][20][00][00][01][CRC]

Адрес 0x01, запись значения 0x0001 по адресу 0x2000.

## 4. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТА INMX-DP (ПРОТОКОЛ PROFIBUS DP)

Плата INMX-DP — это адаптерная плата для шины Profibus DP, соответствующая международному стандарту Profibus. Она повышает эффективность связи в частотном преобразователе, обеспечивает сетевое взаимодействие и позволяет использовать преобразователь в качестве ведомого устройства (slave) в сети Profibus, управляемого ведущим устройством (master). Данная плата поддерживает протокол Profibus DP.

### 4.1 Описание интерфейсов и внешний вид платы

Внешний вид платы расширения представлен на рисунке 4.1, а описание интерфейсов платы – в таблице 4.1.



Рисунок 4.1 – Внешний вид платы INMX-DP

Таблица 4.1 – Интерфейс платы INMX-DP

Обозначение на плате	Название	Описание
CN1	Терминал связи Profibus	Разъем для подключения шины Profibus
J3	10-пиновый разъем	Подключение к блоку INMX-Ecard
SW2, SW1	DIP-переключатель адреса DP	Адрес ведомого устройства: SW2 — десятки, SW1 — единицы
S1	Терминальный резистор Profibus	Переключатель подключения согласующего резистора
LED	Светодиод DE	Индикатор работы/обмена данными (зеленый).
	Светодиод ER	Индикатор ошибки (красный).
	Светодиод COM_ER	Индикатор ошибки связи (красный).
	Светодиод PWR	Индикатор питания (зеленый).

#### 4.2 Разъем для подключения к сети Profibus DP

Электрический разъем, применяемый для подключения к сети Profibus–D-sub-9. Он состоит из контактной колодки с гнездовыми контактами в два ряда (рис. 4.2).

### *D-Sub-9*

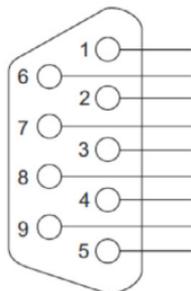


Рисунок 4.2 – Распиновка D-sub-9

К плате расширения INMX-DP подключаются пины 3 и 8 разъема D-sub-9 согласно таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Соответствие контактов разъема D-sub-9 и контактов платы INMX-DP

Контакты D-Sub-9	Контакты платы	Сигнал	Название
1		-	-
2		-	-
3	B1	B-Line	RxTx – прием/передача данных (+)
4		-	-
5		-	-
6		-	-
7		-	-
8	A1	A-Line	RxTx - прием/передача данных (-)
9		-	-

### 4.3 Конфигурация параметров преобразователя

В таблице 4.3 указаны параметры преобразователя частоты, которые нужно настроить для работы по сетевому протоколу Profibus DP.

Таблица 4.3 – Параметры ПЧ для настройки работы по коммуникационным протоколам

Функциональный код	Название функции	Значение функции	Установить значение
P0-04	Источник команд пуска/останова	2: Протокол связи	2
P0-06	Источник задания частоты А	7: Протокол связи	7
P8-04	Время срабатывания защиты по отключению связи	0.0 (защита отключена), 0.1 мс ~ 30.0 мс	В зависимости от технологических условий
P8-11	Выбор коммуникационного протокола	1: Коммуникационный протокол платы расширения (кроме Modbus TCP/IP)	1

#### 4.4 Формат данных Profibus DP

Управление ПЧ с платой расширения INMX-DP осуществляется в основном по циклическому каналу связи от главного устройства к подчиненному и обратно. Ведущее устройство считывает входные данные от известного подчиненного (slave) и посылает в ответ известному slave-устройству исходные данные. При циклическом обмене рабочие данные делятся на две области: PKW и PZD. Такое разделение обусловлено разной значимостью решаемых задач. Вся структура рабочих данных обозначается как PPO (параметры данных процесса на объекте). Таким образом, PPO содержит области PKW и PZD, в зависимости от конфигурации этих областей различают разные типы PPO.

PPO3 является структурой, минимально необходимой для управления базовыми процессами (запуск/останов/реверс, задание частоты).

Блок информации, содержащийся в любом из вышеуказанных форматов данных, делится на две области: область PKW (область параметров; отвечает за считывание и запись параметров меню программирования устройства плавного пуска) и область PZD (область данных процесса). Каждый из форматов данных содержит в себе только определенное количество информации в соответствии с рисунком 4.3. В соответствии с протоколом ProfiDrive используются пять типов PPO: PPO1, PPO2, PPO3, PPO4, PPO5 (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Типы данных и поддерживаемые функции Profibus DP

Тип данных	Поддерживаемые функции
PPO1	Операции с параметрами, управление ПЧ, чтение состояния и частоты
PPO2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Операции с одиночными параметрами</li><li>• Задание команд и частоты преобразователя</li><li>• Чтение состояния и рабочей частоты преобразователя</li><li>• Циклическая запись четырех функциональных параметров</li><li>• Циклическое чтение четырех функциональных параметров</li></ul>
PPO3	<ul style="list-style-type: none"><li>• Задание команд и частоты преобразователя</li><li>• Чтение состояния и рабочей частоты преобразователя</li></ul>
PPO4	<ul style="list-style-type: none"><li>• Задание команд и частоты преобразователя</li><li>• Чтение состояния и рабочей частоты преобразователя</li><li>• Циклическая запись четырех функциональных параметров</li><li>• Циклическое чтение четырех функциональных параметров</li></ul>
PPO5	<ul style="list-style-type: none"><li>• Операции с одиночными параметрами</li><li>• Задание команд и частоты преобразователя</li><li>• Чтение состояния и рабочей частоты преобразователя</li><li>• Циклическая запись десяти функциональных параметров</li><li>• Циклическое чтение десяти функциональных параметров</li></ul>

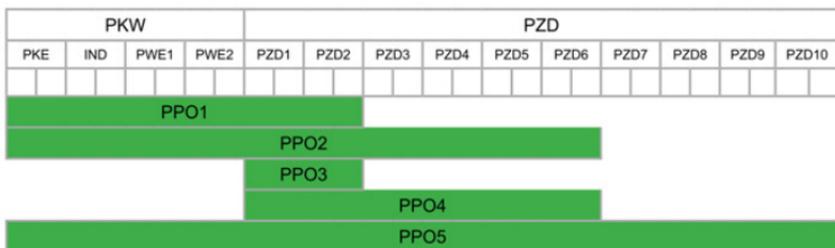


Рисунок 4.3 – Формат данных в структурах PPO

### Формат PPO3. Область данных процесса PZD

Для примера рассмотрим область данных процесса – PZD. Самый простой формат сообщения PPO3 состоит из двух слов PZD: PZD1 и PZD2. Этого достаточно, чтобы произвести запуск, останов или реверс двигателя на нужной частоте вращения.

PPO3 предназначен для передачи 4-байтных данных. В каждый PZD вводится по 2 байта – в PZD1 функция управления, а в PZD2 – установленная рабочая частота/момент в процентах.

PZD используется для циклического обмена данными: управление, задание частоты, чтение состояния.

Сопоставление по умолчанию:

- Запись: PZD1 → U3-17 (команда), PZD2 → U3-16 (частота);
- Чтение: PZD1 → U1-39 (статус), PZD2 → U1-00 (текущая частота).

Таблица 4.5 – Управляющие команды (от ведущего к ведомому) PZD1

0:	Нет команды	4:	Толчковый режим реверс
1:	Пуск	5:	Останов выбегом
2:	Реверс	6:	Останов с замедлением
3:	Толчковый режим вперед	7:	Сброс ошибки

Таблица 4.6 – Управляющие команды (от ведущего к ведомому) PZD2

Старший бит	Установленная рабочая частота (Значение -10000~10000 соответствует -100,00 % ~ 100,00 %).
Младший бит	100,00%: максимальная частота, устанавливаемая параметром F00.03. Если задание превышает диапазон, ПЧ работает на предельной частоте.)

## 4.5 Пример конфигурации в TIA portal 15

1) После загрузки программы для создания нового проекта нажмите «Create new project» (рисунок 4.4).

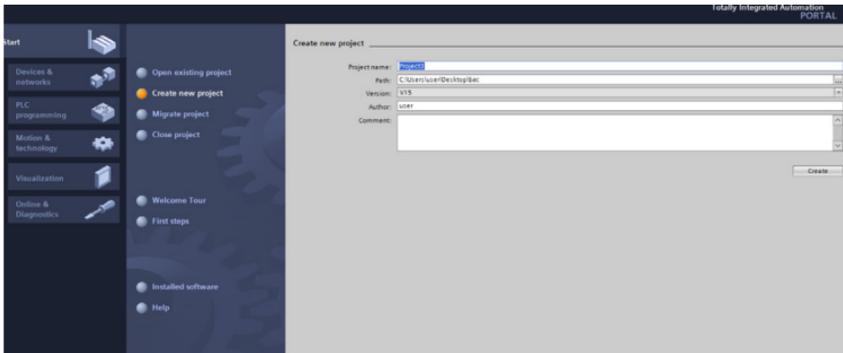


Рисунок 4.4 – Создание нового проекта

2) Во вкладке «Devices & networks» нажмите «Add new device» и выберите из списка нужный ПЛК, как показано на рисунке 4.5.

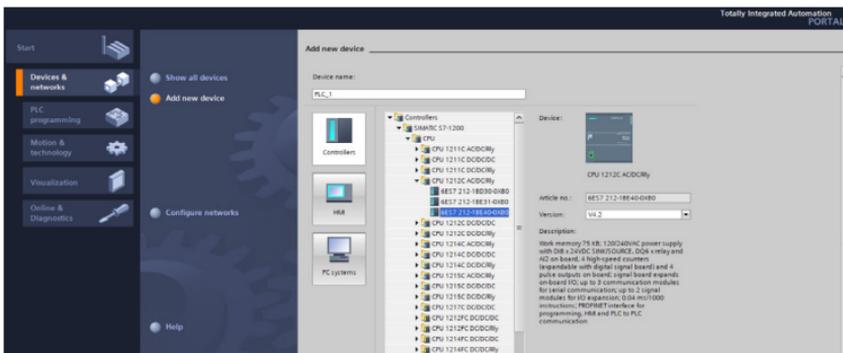


Рисунок 4.5 - Выбор ПЛК из списка

3) В меню «Options» выберите «Manage general station description files (GSD)» (рисунок 4.6), после чего выберите файл GSD, предварительно скачав его на сайте [www.instart-info.ru](http://www.instart-info.ru) в разделе «Поддержка и сервис» - «Документация»-«Преобразователи частоты серии INPRIME MX», для установки нажать кнопку «Install» (рисунок 4.7). После загрузки закройте окно при помощи кнопки «Close».

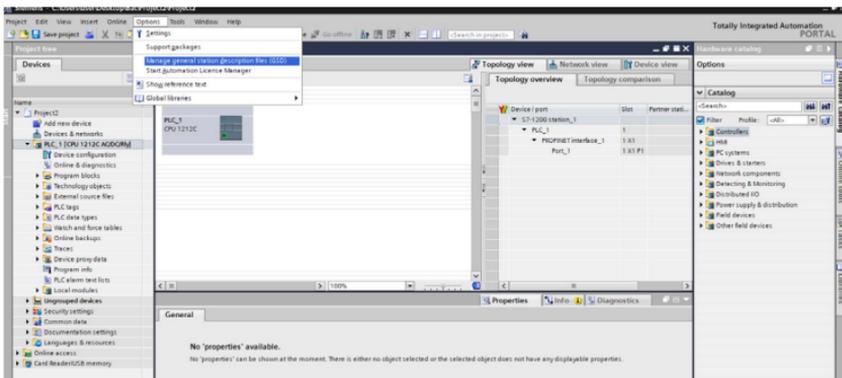


Рисунок 4.6 – Путь для установки GSD-файла

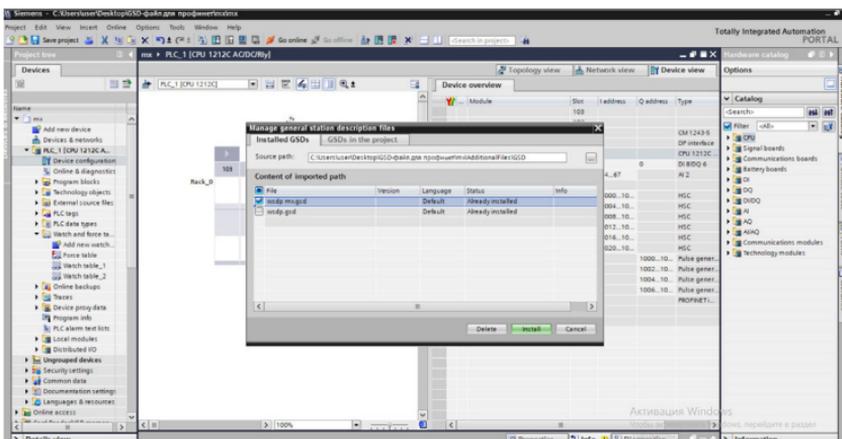


Рисунок 4.7 – Установка GSD-файла

4) В окне слева «Project tree» откройте проект, как показано на рисунке 4.8. В этом же окне 2 раза щелкните левой кнопкой мыши на «Device configuration».

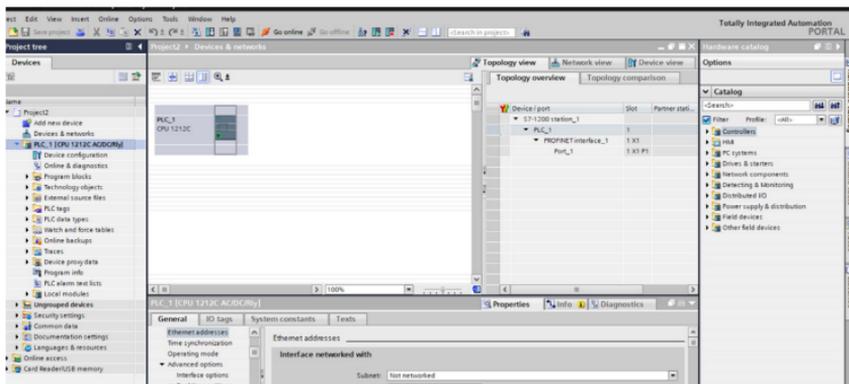


Рисунок 4.8 – Открытие проекта

5) В окне «Hardware catalog» найдите «Communication modules» и выберите папку с названием ПЛК, которое указано на корпусе устройства (рисунок 4.9).

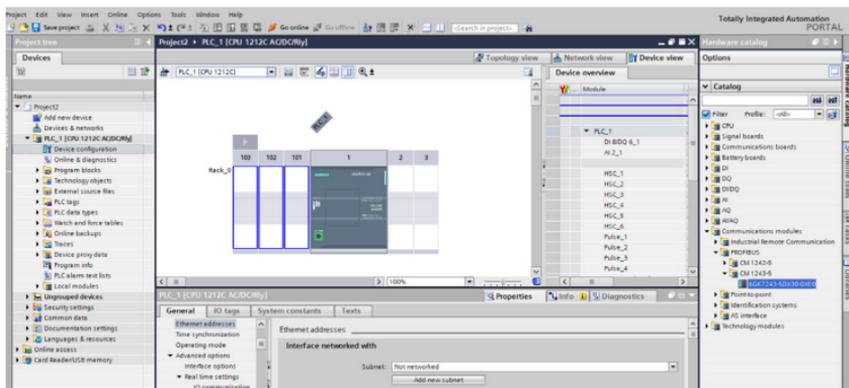


Рисунок 4.9 – Выбор ПЛК из библиотеки

6) Переместите файл в поле проекта, как показано на рисунке 4.10.

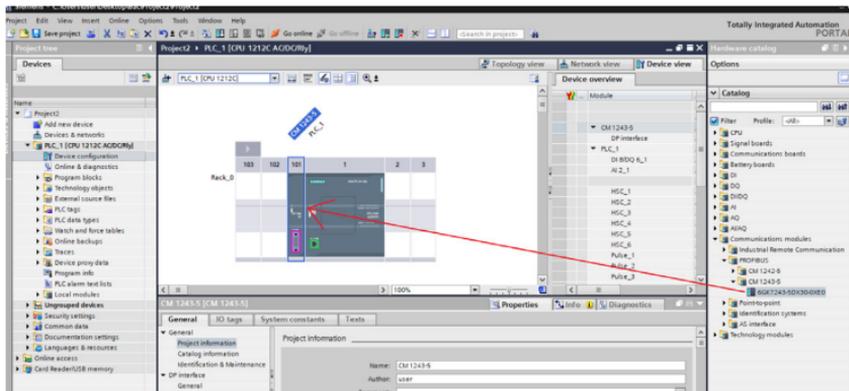


Рисунок 4.10 - Перемещение ПЛК в поле проекта

7) В окне «Hardware catalog» выберите папку «Other field devices» и найдите файл «Inprime MX», после чего переместите его в поле проекта, ему будет присвоено название «Slave\_1» (рисунок 4.11).

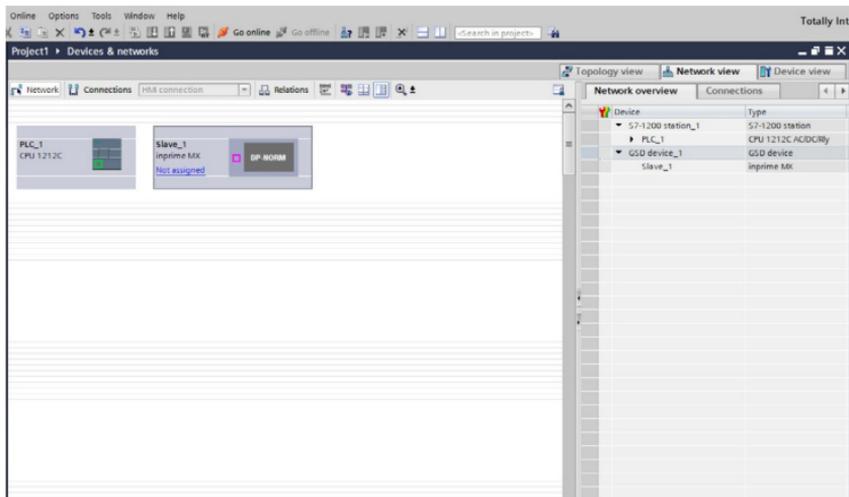


Рисунок 4.11 - Помещение платы расширения в поле проекта

8) Двойным щелчком левой клавиши мыши нажмите на «Slave\_1», в результате чего откроется окно, показанное на рисунке 4.12.

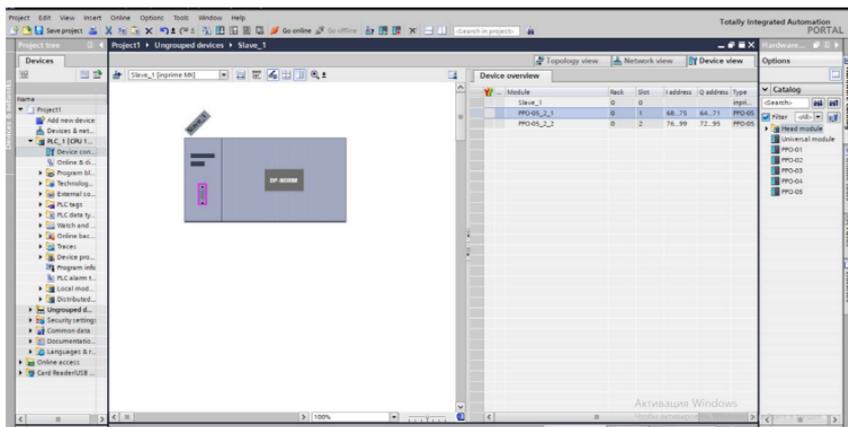


Рисунок 4.12 – Окно «Slave\_1»

9) Перенесите из каталога слева в окно «Device overview» необходимый параметр данных. Например, PPO-05 (рисунок 4.13).

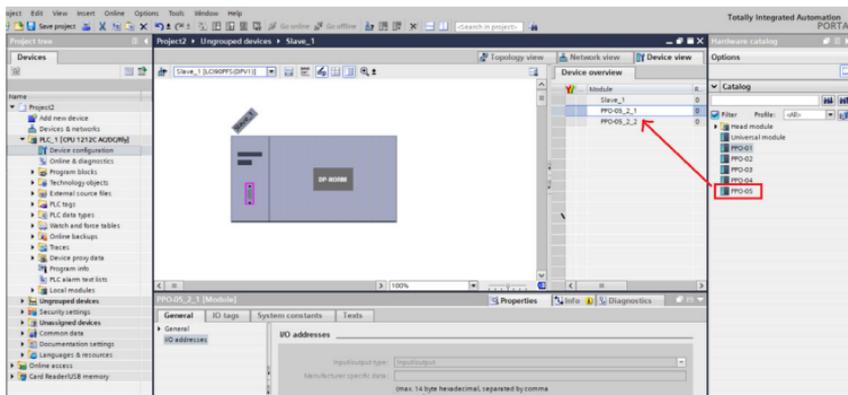


Рисунок 4.13 – Перенос параметра данных PPO-05

10) Вернитесь в рабочее поле «Network view» и при помощи курсора мыши соедините «PLC\_1» и «Slave\_1», как показано на рисунке 4.14. После чего нажмите кнопку «Compile» на панели инструментов, после этого - «Download to device», откроется новое окно (рисунок 4.15). В этом же окне нажать кнопку «Start search» для соединения между ПК и ПЛК.

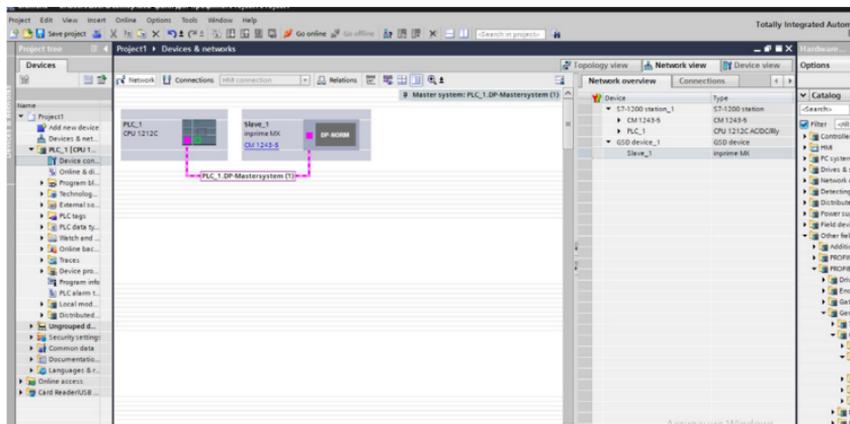


Рисунок 4.14 – Создание соединения между «PLC\_1» и «Slave\_1»

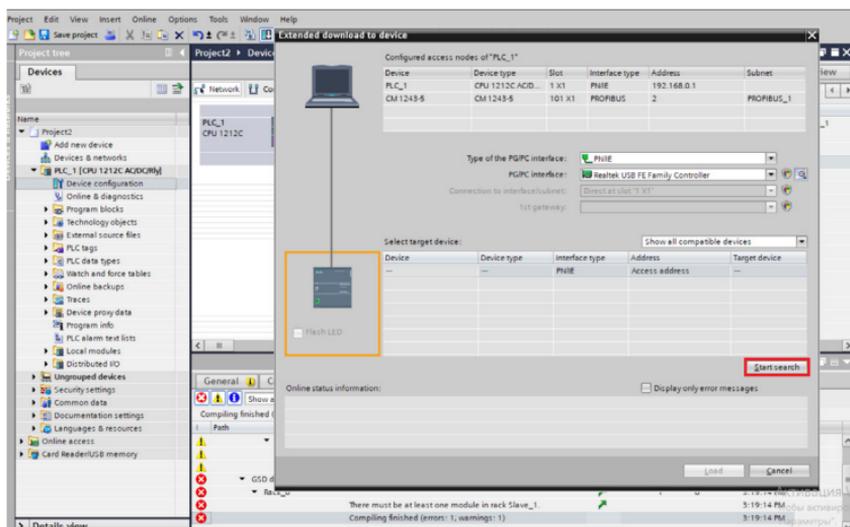


Рисунок 4.15 – Окно загрузки в ПЛК

11) В столбце Device появится «PLC\_1», после чего нажмите кнопку «Load» (рисунок 4.16), после загрузки нажать «Finish».

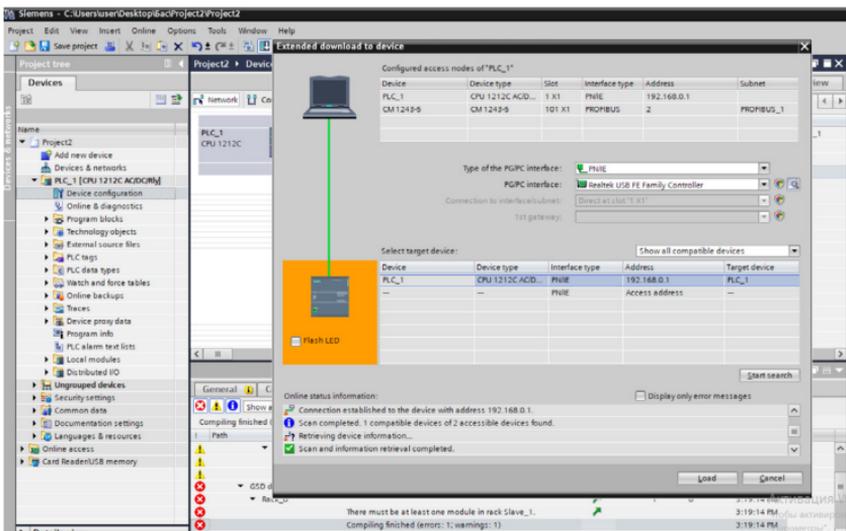


Рисунок 4.16 – Подключение к ПЛК

12) В окне «Slave\_1 [Module]» можно задать различные параметры, пример – на рисунке 4.17.

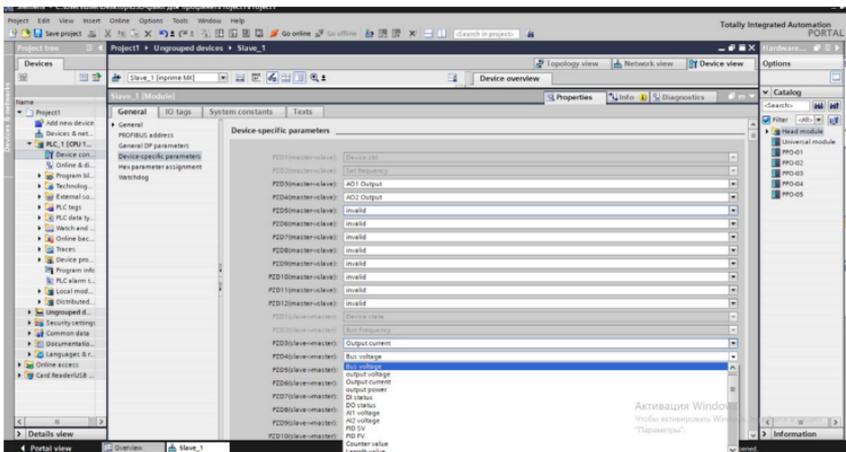


Рисунок 4.17 – Задание параметров

13) Откройте папку «PLC tags», как показано на рисунке 4.18. Нажмите «Add new tag table», появится окно с таблицей тегов. Для их редактирования и задания нужно перейти в Watch table (рисунок 20).

В столбце «Address» можно задать параметры для записи, либо для чтения. «Q» в названии адреса означает запись параметров, а «I» – чтение параметров.

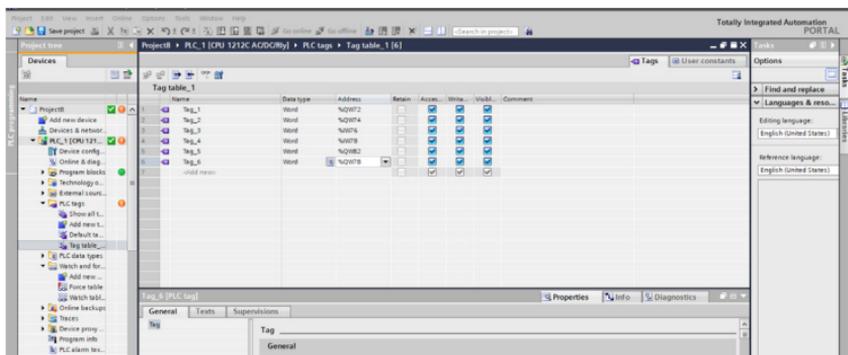


Рисунок 4.18 – Окно «Tag table» для просмотра параметров.

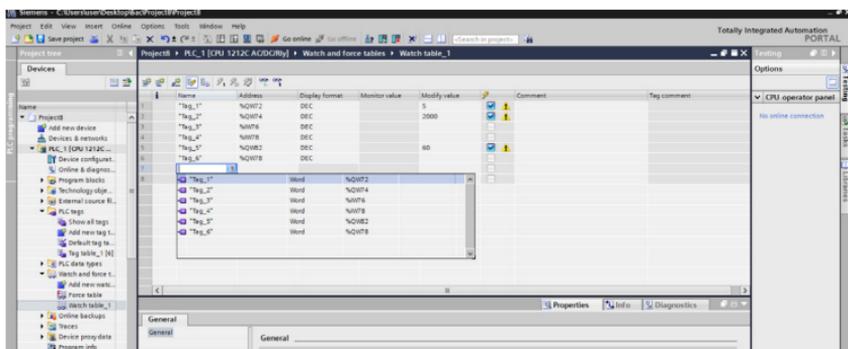


Рисунок 4.19 – Окно «Watch table» для редактирования и задания параметров.

14) На панели инструментов нажмите «Go to online», после чего должно отобразиться успешное подключение. После подключения и введения необходимых параметров нажмите «Monitor all» и после этого «Modify all selected values once and now» (рисунок 4.20).

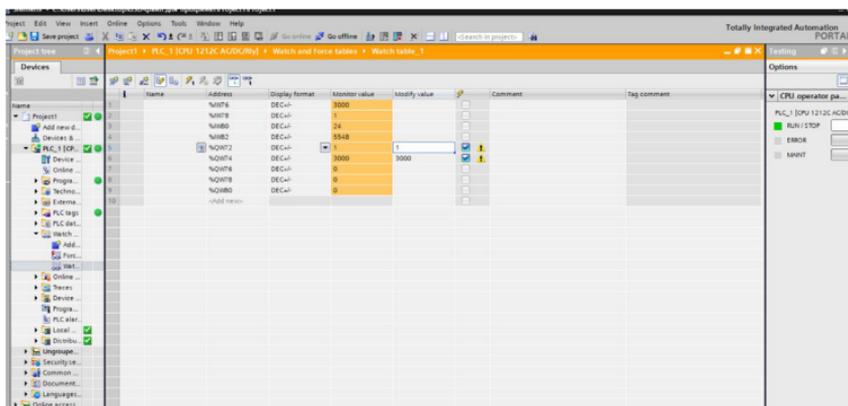


Рисунок 4.20 – Отправка записанных параметров в ПЧ

## 5. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТА INMX-PROFINET (ПРОТОКОЛ PROFINET)

Плата INMX-Profinet представляет собой адаптер шины Profinet (ПРОФИНЕТ), соответствующий международному стандарту IEC 61158/IEC 61784. Установка данной платы позволяет интегрировать преобразователь в сеть Profinet в качестве IO-устройства, обеспечивая высокоскоростной обмен данными с ведущим контроллером (например, Siemens S7-1200/1500).

### 5.1 Описание интерфейсов и внешний вид платы

Внешний вид платы расширения представлен на рисунке 5.1, а описание интерфейсов платы – в таблице 5.1.



Рисунок 5.1 – Внешний вид платы INMX-Profinet

Таблица 5.1 – Интерфейс платы INMX-Profinet

Обозначение на плате	Название	Описание
J3	RJ45 порт	Входной/выходной сетевой порт. Используйте экранированную витую пару категории 5е или выше. Экран должен быть заземлен с обеих сторон. Максимальная длина – не более 100 м, скорость 100 Мбит/с
J10	10-пиновый разъем	Подключение к блоку INMX-Ecard
LED	Светодиод Error	Индикатор ошибки связи (красный).
	Светодиод ERR	Индикатор ошибки (красный).
	Светодиод RUN	Индикатор работы/обмена данными (зеленый, мигает).
	Светодиод POWER	Индикатор питания (зеленый).

## 5.2 Конфигурация параметров преобразователя

В таблице 5.2 указаны параметры преобразователя частоты, которые нужно настроить для работы по сетевому протоколу Profinet.

Таблица 5.2 – Параметры ПЧ для настройки работы по коммуникационным протоколам

Функциональный код	Название функции	Значение функции	Установить значение
P0-04	Источник команд пуска/останова	2: Протокол связи	2
P0-06	Источник задания частоты A	7: Протокол связи	7
P8-04	Время срабатывания защиты по отключению связи	0.0 (защита отключена), 0.1 мс ~ 30.0 мс	В зависимости от технологических условий
P8-11	Выбор коммуникационного протокола	1: Коммуникационный протокол платы расширения (кроме Modbus TCP/IP)	1

### 5.3 Пример конфигурации в TIA portal 15

Конфигурация в TIA Portal осуществляется аналогично протоколу Profibus DP (см. главу 4). Краткая последовательность действий:

1. Скачайте GSD-файл для платы INMX-Profinet с сайта <https://instart-info.ru/>
2. В TIA Portal откройте проект и перейдите в "Управление общими данными" -> "Управление файлами типовых семейств".
3. Импортируйте GSD-файл.
4. В аппаратной конфигурации добавьте новое устройство из каталога "Другие полевые устройства" -> "PROFINET IO" -> "Drives".
5. Перетащите устройство INPRIME MX-PN в сеть Profinet.
6. Назначьте устройству IP-адрес и имя устройства (Device Name).
7. В свойствах устройства выберите подходящий модуль ввода-вывода (PPO Type).
8. Скомпилируйте и загрузите конфигурацию в контроллер.



В отличие от протокола Profibus DP в тегах чтения/записи первые четыре строки не используются, см. рис. 5.2.

Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value	Comment	Tag com.
1	%QW000	DEC-1	0	0	Резерв	
2	%QW002	DEC-1	0	0	Резерв	
3	%QW004	DEC-1	0	0	Резерв	
4	%QW006	DEC-1	0	0	Резерв	
5	%QW008	DEC-1	1	1	FZD1 Стержень	
6	%QW010	DEC-1	2222	2222	FZD2 заданные настройки	
7	%QW012	DEC-1	0	0	FZD3	
8	%QW014	DEC-1	0	0	FZD4	
9	%QW016	DEC-1	0	0	FZD5	
10	%QW018	DEC-1	0	0	FZD6	
11	%W100	DEC-1	0	0	Резерв	
12	%W102	DEC-1	0	0	Резерв	
13	%W104	DEC-1	0	0	Резерв	
14	%W106	DEC-1	0	0	Резерв	
15	%W108	DEC-1	1	1	FZD1 Состояние	
16	%W110	DEC-1	2222	2222	FZD2 текущая частота	
17	%W112	DEC-1	5440	5440	FZD3 ЗИТ	
18	%W114	DEC-1	0	0		
19	%W116	DEC-1	0	0		

Рисунок 5.2 – Особенности чтения/записи в протоколе Profinet через плату INMX-Profinet

## 6. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТА INMX-ETHERCAT (ПРОТОКОЛ ETHERCAT)

Плата связи EtherCAT (шина EtherCAT) – это адаптер для полевой шины EtherCAT, предназначенный для сверхскоростных сетей ввода/вывода. Данный протокол применяется на уровне устройств ввода/вывода (I/O). Эта плата отличается высокой эффективностью, гибкой топологией и простотой в эксплуатации. Устанавливается в частотный преобразователь для повышения эффективности связи и реализации сетевых функций. Преобразователь частоты управляется ведущим устройством полевой шины.

Плата расширения EtherCAT использует стандартный разъем Ethernet RJ45 и подключается к ведущему устройству (мастеру) EtherCAT. Распиновка сигналов соответствует стандарту Ethernet, что позволяет использовать как прямые, так и перекрестные кабели.

### 6.1 Описание интерфейсов и внешний вид платы

Внешний вид платы расширения представлен на рисунке 6.1, а описание интерфейсов платы – в таблице 6.1.



Рисунок 6.1 – Внешний вид платы INMX-Ethercat

Таблица 6.1 – Интерфейс платы INMX- Ethercat

Обозначение на плате	Название	Описание
U3	RJ45 порт	Входной/выходной сетевой порт. ВАЖНО: Используйте экранированную витую пару категории 5е или выше.
J1	10-пиновый разъем	Подключение к блоку INMX-Ecard
LED	D2	Постоянное зеленое свечение: режим OP (рабочий). Мигающий зеленый: режимы PRE-OP или SAFE-OP. Не горит: устройство не в рабочем режиме
	D3	Постоянное зеленое свечение: нормальная работа. Не горит: нет соединения с ПЧ
	D5	Постоянное красное свечение: внутренняя неисправность модуля ESC. Не горит: нормальная работа.
	D4	Индикатор питания. Постоянное зеленое свечение: нормальное питание. Не горит: питание платы отсутствует.
U1	ECAT IN	Сетевой интерфейс. Левый разъем (IN) используется для входящего подключения.
	ECAT OUT	Сетевой интерфейс. Правый разъем (OUT) используется для исходящего подключения.



После установки платы, при взгляде на разъемы RJ45, ECAT IN должен находиться слева, а ECAT OUT – справа. Интерфейсы должны быть подключены корректно.

## 6.2 Конфигурация параметров преобразователя частоты

Таблица 6.2 – Параметры ПЧ для настройки работы по коммуникационным протоколам.

Функциональный код	Название функции	Значение функции	Установить значение
P0-04	Источник команд пуска/останова	2: Протокол связи	2
P0-06	Источник задания частоты А	7: Протокол связи	7
P8-04	Время срабатывания защиты по отключению связи	0.0 (защита отключена), 0.1 мс ~ 30.0 мс	В зависимости от технологических условий
P8-11	Выбор коммуникационного протокола	1: Коммуникационный протокол платы расширения (кроме Modbus TCP/IP)	1

### 6.3 Управление по протоколу Ethercat

Перед подключением преобразователя частоты с установленной платой INMX Ethercat к сети управления необходимо выполнить следующие шаги:

- Настройка параметров преобразователя частоты.  
Укажите в параметрах ПЧ, что управление и задание частоты будут осуществляться по сети Ethercat. Подробная инструкция приведена в разделе 6.2.
- Конфигурация сети в главном устройстве (мастере).  
В программном обеспечении ведущего устройства (ПЛК, контроллера) выполните настройку сети Ethercat:
  - Сконфигурируйте подключение платы INMX Ethercat как ведомого устройства (слейва).
  - Установите параметры связи (такие как цикл синхронизации DC), соответствующие вашей сети.
- Проверка готовности платы.  
Перед подачей питания на шину убедитесь, что индикаторы состояния платы свидетельствуют о её исправности:
  - Индикатор D4 должен гореть, что подтверждает наличие питания.
  - Индикатор D3 должен быть выключен, что означает отсутствие ошибок связи с преобразователем.Расшифровка состояний индикаторов приведена в разделе 6.1

настоящего руководства.

- После выполнения всех указанных шагов можно приступить к началу циклического обмена данными.

Таблица 6.3 – Параметры управления преобразователем

Наименование	Описание (диапазон настройки)	Index	Sub-index
Командное слово	0001: Пуск вперед 0002: Пуск назад 0003: Толчковый режим вперед 0004: Толчковый режим назад 0005: Останов по инерции 0006: Останов с замедлением 0007: Сброс ошибки 0008: Сброс ошибки (только в режиме управления по связи)	16#2073	16#02
Управление DO	Бит 0: Управление выходом Реле Т Бит 1: Управление цифровым выходом FM Бит 2: Управление выходом Реле R	16#2073	16#03
Управление АО1	0-7FFF соответствует 0 % - 100 %	16#2073	16#04
Управление АО2	0-7FFF соответствует 0 % - 100 %	16#2073	16#05

Таблица 6.4 – Часто используемые параметры преобразователя частоты

Функциональный код	Наименование	Описание (диапазон настройки)	Index (Hex)	Sub-index (Hex)
P0-14	Максимальная выходная частота	Зависит от P0-20	16#20F0	16#0A
P0-21	Единица времени разгона/замедления	0: 1 сек; 1: 0.1 сек; 2: 0.01 сек	16#20F0	16#13
P0-23	Время разгона	Зависит от P0-21	16#20F0	16#11
P0-24	Время замедления	Зависит от P0-21	16#20F0	16#12
P7-00	Частота толчкового режима	0.00 Гц - Макс. частота	16#20F7	16#01
P7-01	Время разгона толчкового режима	0.0 с - 3000.0 с	0x20F7	16#02
P7-02	Время замедления толчкового режима	0.0 с - 3000.0 с	16#20F7	16#03
P0-01	Задание момента (цифровое)	-200.0% - 200.0%	16#20F0	16#03

Каждый объект в словаре уникально адресуется с помощью Index и Sub-index.

Index (16-ричный): Определяет группу объектов одного типа.

Sub-index (16-ричный): Определяет смещение конкретного объекта внутри группы.

#### **Соответствие параметров ПЧ и словаря объектов:**

Index словаря объектов = 0x2000 + номер группы параметров

Sub-index словаря объектов = 16-ричное смещение параметра в группе + 1



При использовании платы INMX-Ethercat по умолчанию RPDO1 и RPDO2 отображаются на параметры U3-17 и U3-16 соответственно. Поэтому первым элементом в RPDO1 должен быть U3-17, иначе работа будет некорректной. Кроме того, если в старшие 8 бит U3-17 записать любое ненулевое значение, преобразователь сообщит об ошибке связи (Err27).

В режиме **Distributed Clocks (DC)** период синхронизации DC должен быть не менее **1 мс**, но менее **100 мс**. В противном случае произойдет сбой связи Ethercat.

### Описание данных PDO (Process Data Object)

Данные PDO используются ведущим устройством для:

- Реального изменения и чтения данных преобразователя.
- Циклического обмена данными.

Адресация данных осуществляется через коммуникационные переменные. Основные функции:

- Реальное задание команд управления и целевой частоты.
- Реальное чтение текущего состояния и рабочей частоты.
- Циклический обмен функциональными и мониторинговыми параметрами между ПЧ и ведущим EtherCAT.

Таблица 6.5 – Структура обмена PDO по умолчанию

Передача от ведущего (RPDO)	Ответ от преобразователя (TPDO)
RPDO1 (0x1600) Опорная частота ПЧ	TPDO1 (0x1A00) Состояние ПЧ
RPDO2 (0x1601) Командное слово ПЧ	TPDO2 (0x1A01) Рабочая частота ПЧ
RPDO3 - RPDO10 Запись значений параметров групп F и A (без сохранения в EEPROM)	TPDO3 - TPDO10 Чтение функциональных (F, A) и мониторинговых (U) параметров

RPDO1 и RPDO2 являются фиксированными (стандартными) объектами для базового управления.

RPDO3–RPDO10 и TPDO3–TPDO10 могут быть сконфигурированы пользователем для передачи произвольных параметров.

Максимальное количество настраиваемых PDO — 10 RPDO и 10 TPDO.

Привязка параметров к PDO выполняется через объектный словарь Ethercat (разделы 0x1600 для RPDO и 0x1A00 для TPDO).

Таблица 6.6 – Формат данных RPDO (от ведущего к ПЧ)

Поле	Описание данных
RPDO1	Опорная частота преобразователя. Единица: 0.01 Гц (например, 5000 = 50.00 Гц). Если заданное значение выходит за пределы, ПЧ работает на предельной частоте.
RPDO2	Командное слово преобразователя (при P0-04=2). <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0001: Пуск вперед</li> <li>• 0002: Пуск назад</li> <li>• 0003: Толчок вперед</li> <li>• 0004: Толчок назад</li> <li>• 0005: Свободный останов</li> <li>• 0006: Останов с замедлением</li> <li>• 0007: Сброс ошибки</li> <li>• 0008: Сброс ошибки (только при управлении по коммуникационному протоكلу)</li> </ul>
RPDO3 - RPDO10	Реальное изменение значений функциональных параметров (группы F и A) без записи в EEPROM (только в оперативную память RAM).

Таблица 6.7 – Формат данных TPDO (от ПЧ к ведущему)

Поле	Описание данных
TPDO1	Слово состояния преобразователя. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0001: Работа (вперед)</li> <li>• 0002: Работа (реверс)</li> <li>• 0003: Остановлен</li> </ul>
TPDO2	Рабочая частота преобразователя. Единица: 0.01 Гц. Возвращает текущую частоту. Данные - 16-битные со знаком (int16), но часто передаются как 16-битные без знака (uint16). На стороне ведущего необходимо выполнить преобразование в знаковый тип.
TPDO3 - TPDO10	Чтение значений функциональных параметров (группы F, A) и мониторинговых параметров (группа U).

## Сервисные объекты данных (SDO)

Объекты SDO в EtherCAT используются для нециклической передачи данных, например, для конфигурации параметров связи и настройки рабочих параметров сервопривода. Типы сервисов CoE включают:

- Сообщения о ключевых событиях.
- Запрос SDO.
- Ответ SDO.
- TxPDO (активация передачи TPDO).
- RxPDO (активация приема RPDO).
- Запрос на отправку удаленного TxPDO.
- Запрос на отправку удаленного RxPDO.
- Информация SDO.

### 6.4 Пример конфигурации мастера сети и настройка параметров по сети EtherCAT

Настройка ведущего устройства сети EtherCAT (например, программируемого логического контроллера — ПЛК) и параметров связи осуществляется с использованием специальных файлов конфигурации (EtherCAT Configuration Files). Эти файлы содержат описание топологии сети, параметры синхронизации, а также конфигурацию объектов данных (PDO) для каждого подключённого устройства, включая плату расширения INMX-EtherCAT.

Скачать файл можно на сайте <https://instart-info.ru/>

Далее в качестве примера приведён процесс конфигурации мастер-устройства и настройки параметров связи с использованием среды программирования InoProShop (версия 1.8.1.3).



Конкретные шаги по импорту файла описания устройства (ECT), добавлению ведомого устройства в сеть, настройке PDO-маппинга и параметров синхронизации зависят от выбранной среды разработки и версии программного обеспечения ведущего устройства.

---

1) Создайте новый проект: меню «File» – «New project» (рис. 6.2).

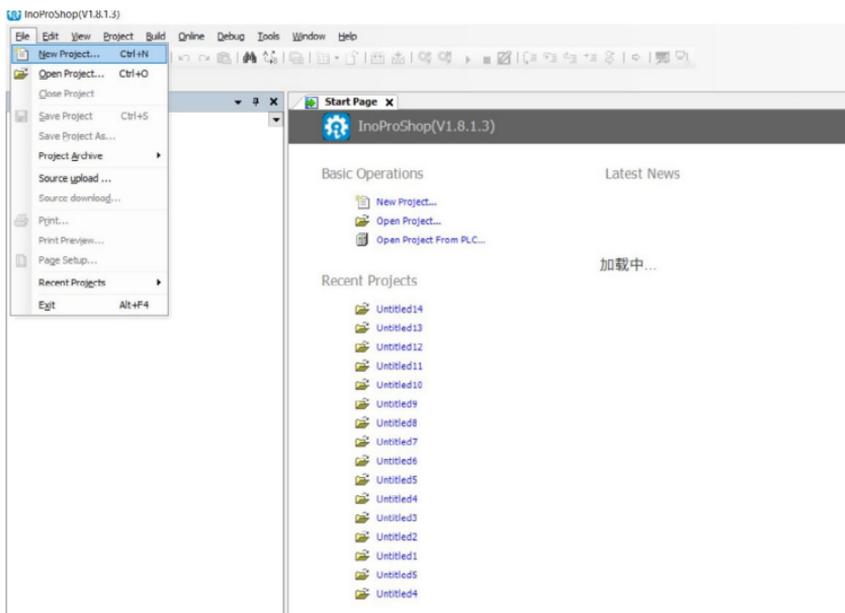


Рисунок 6.2 – Создание нового проекта

2) Выберите используемый контроллер (рис. 6.3).

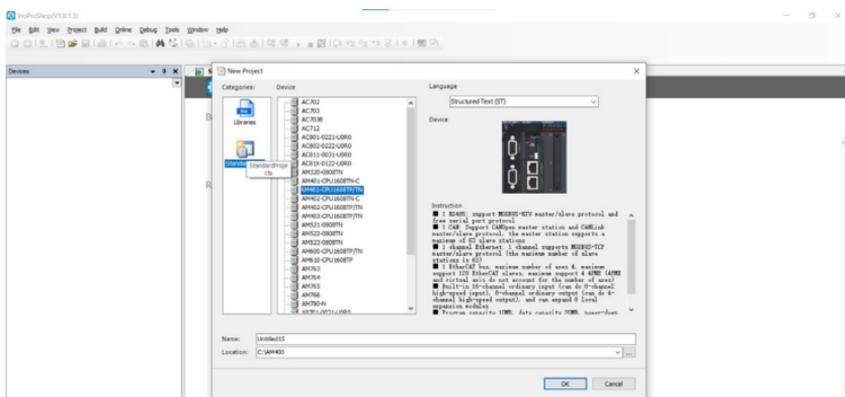


Рисунок 6.3 – Выбор контроллера

3) Подключитесь к контроллеру при помощи кнопки меню «Scan network», появится окно «Select device» (рис. 6.4). Выберите ПЛК и нажмите «ОК».

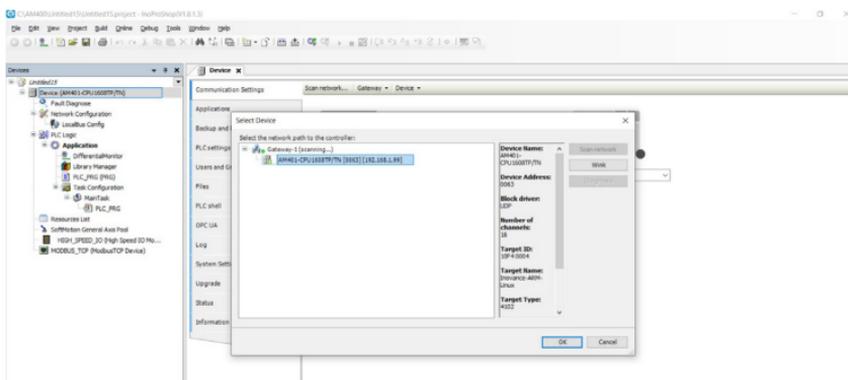


Рисунок 6.4 – Подключение к ПЛК

4) Далее перейдите в подменю слева «LocalBus Config», нажмите на красный прямоугольник (рис. 6.5) и отметьте галочкой нужный сетевой протокол («Ethernet Master»).

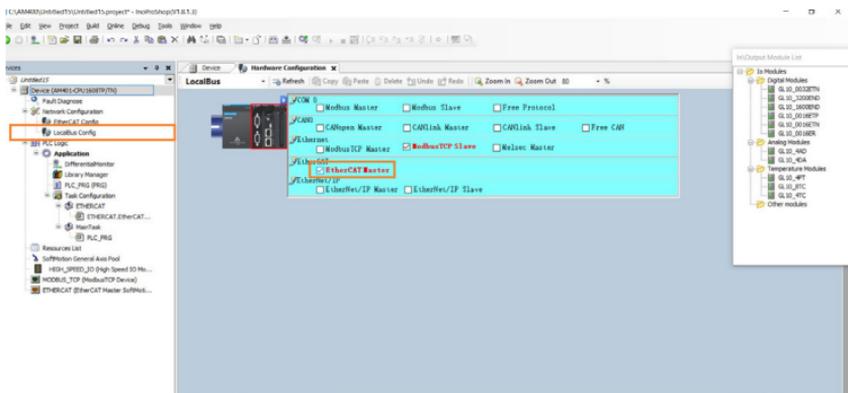


Рисунок 6.5 – Выбор сетевого протокола

5) После этого в подменю «Network configuration» выберите вкладку «Import ECT file» (рис.6.6).

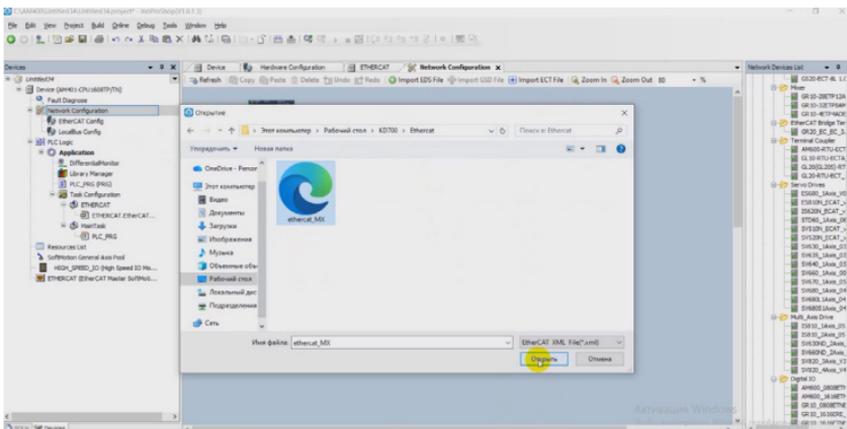


Рисунок 6.6 – Импорт ECT-файла

6) В меню справа выберите EtherCAT Port → INSTART → Inprime MX (рис. 6.7), перенесите при помощи мыши устройство в поле проекта.

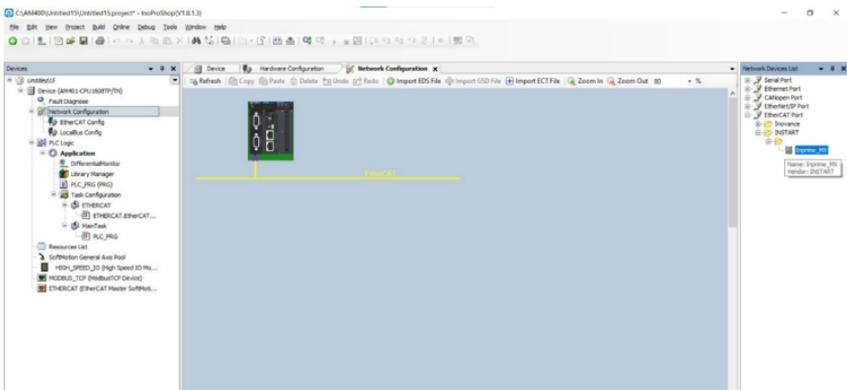


Рисунок 6.7 – Добавление устройства в проект

7) После того, как устройство появилось в поле проекта, нажмите на верхней панели кнопку «Check Application», затем «Build» и «Login» (рис. 6.8), после чего нажмите «Start».

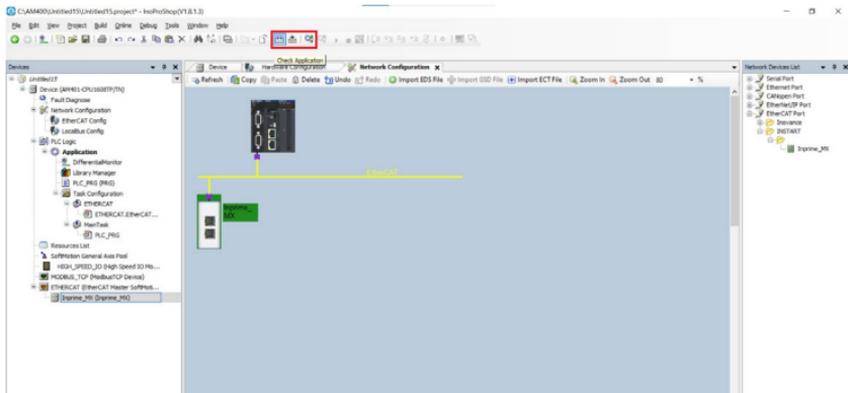


Рисунок 6.8 – Проверка и подключение устройства

8) В меню «Devices» выберите Inprime MX, откроется новое окно с вкладкой «EtherCAT I/O Mapping» (рис. 6.9). После ввода нужных значений запишите их при помощи «Write values».

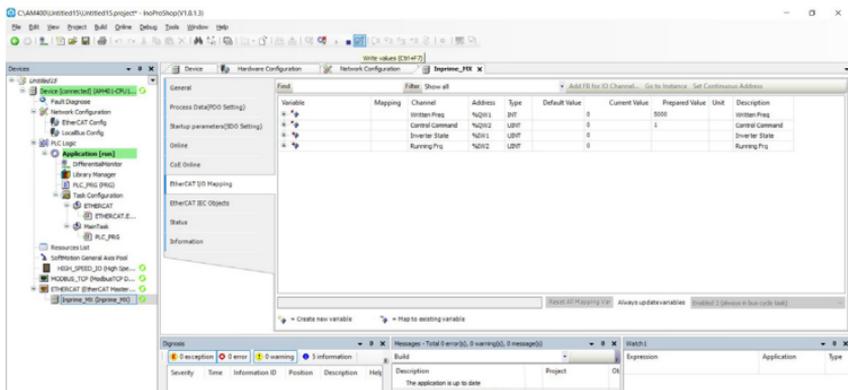


Рисунок 6.9 – Запись значений

9) Для настройки индексов PDO воспользуйтесь вкладкой «PDO Setting» (рис. 6.10), предварительно нажав «Logout». В нужном поле щелчком правой кнопкой мыши нажмите в меню «Add», выберите нужные функции из списка и нажмите «Ok». Повторите подключение (см. пункт 7).

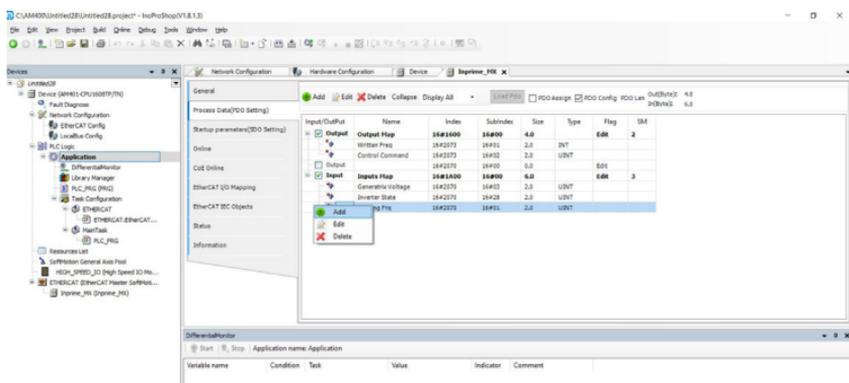


Рисунок 6.10 – Настройка PDO

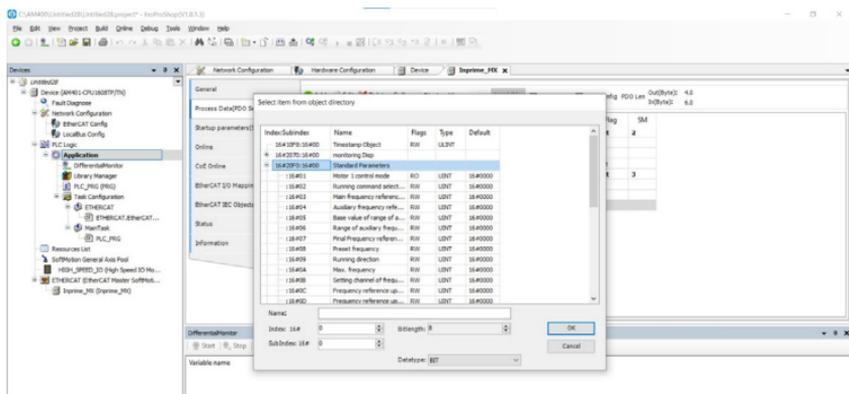


Рисунок 6.11 – Выбор из списка индексов

## 7. КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТА INMX-CANOPEN (ПРОТОКОЛ CANOPEN)

Плата расширения INMX-Canopen представляет собой интеллектуальный коммуникационный интерфейсный модуль, разработанный специально для применения в промышленной автоматизации. Модуль предназначен для организации высокоскоростного обмена данными между частотными преобразователями и верхнеуровневыми системами управления (ПЛК, АСУ ТП, промышленные компьютеры). Плата соответствует международному стандартному протоколу CANopen, поддерживает управление в реальном времени, конфигурацию параметров и мониторинг состояния. Подходит для сложных сценариев применения, таких как синхронизация нескольких осей и распределённое управление.

### 7.1 Описание интерфейсов и внешний вид платы

Внешний вид платы расширения представлен на рисунке 7.1, а описание интерфейсов платы – в таблице 7.1.



Рисунок 7.1 – Внешний вид платы INMX-Canopen

Таблица 7.1 – Интерфейс платы INMX-Canopen

Обозначение на плате	Название	Описание				
CANH	Клемма для подключения линии высокого уровня шины CAN	Подключить к CAN_H				
CANL	Клемма для подключения линии низкого уровня шины CAN	Подключить к CAN_L				
COM	Клемма для подключения цепи общего провода шины CAN	Общий провод для всех узлов				
J4	Джампер согласующего резистора 120 Ом	ON - включен, OFF - выключен				
S1	Настройка скорости	Скорость	125 Кбит/с	250 Кбит/с	500 Кбит/с	1 Мбит/с
		Переключатель 1	OFF	ON	OFF	ON
		Переключатель 2	OFF	OFF	ON	ON
SW/SW2	Установка адреса	SW1 – единицы, SW2 – десятки. Например, если SW1=1, а SW2=2, адрес=21				
D6	Светодиод Error	Индикатор ошибки связи (красный).				
D7	Светодиод Fault	Индикатор ошибки (красный).				
D5	Светодиод Run	Индикатор работы/обмена данными (зеленый).				
D8	Светодиод Power	Индикатор питания (зеленый).				

## Разъем для подключения к сети CANopen

Электрический разъем, применяемый для подключения к сети Profibus – D-sub-9. Он состоит из контактной колодки с гнездовыми контактами в два ряда (рис. 7.2).

### *D-Sub-9*

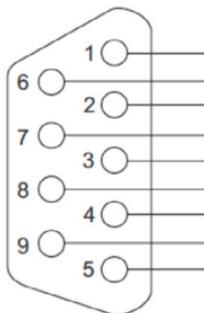


Рисунок 7.2 – Распиновка D-sub-9

К плате расширения INMX-Canopen подключаются пины 7 и 2 разъема D-sub-9 согласно таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Соответствие контактов разъема D-sub-9 и контактов платы INMX-Canopen

Контакты D-Sub-9	Контакты платы	Название
1	-	-
2	CANL	Клемма для подключения линии низкого уровня шины CAN
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	CANH	Клемма для подключения линии высокого уровня шины CAN
8	-	-
9	-	-

## Требования к кабельной системе

- Рекомендуется использовать экранированную витую пару (Shielded Twisted Pair, STP).
- Сигнальные линии CANH (высокий уровень) и CANL (низкий уровень) должны быть свиты для уменьшения влияния электромагнитных помех.
- На обоих физических концах линейной топологии шины CAN должны быть установлены согласующие (терминирующие) резисторы номиналом  $120 \text{ Ом} \pm 1\%$  для предотвращения отражения сигнала и обеспечения корректной формы передаваемых импульсов.
- Терминирующие резисторы устанавливаются между линиями CANH и CANL. Для включения встроенного терминатора необходимо установить джампер J4 в положение ON.
- Опорные потенциалы (COM / GND) всех узлов, подключенных к шине CAN, должны быть объединены для выравнивания потенциалов и предотвращения синфазных помех. Этот провод должен сопровождать сигнальную пару в общем экране.
- Заземление экрана: Экранирующая оплетка кабеля должна быть заземлена в одной точке, как правило, на стороне мастера или в точке с наилучшим потенциалом земли, чтобы избежать образования контуров заземления.
- Рекомендуется линейная (шинная) топология с минимальным количеством ответвлений. Сеть CANopen поддерживает до 64 узлов (ведущий + ведомые устройства) на один сегмент. Длина отводов от магистрального кабеля (шины) к клеммам каждого узла (INMX-Canopen) не должна превышать 0,3 метра. В идеале подключение должно осуществляться напрямую к магистрали. Максимальная длина кабеля зависит от выбранной скорости передачи (см. таблицу 7.3).

Таблица 7.3 – Зависимость максимальной длины кабеля от скорости обмена

Скорость передачи	Максимальная длина кабеля, не более*
1 Мбит/с	25 м
500 Кбит/с	100 м
250 Кбит/с	250 м
125 Кбит/с	500 м
50 Кбит/с	1000 м
20 Кбит/с	2500 м

\*Указанные длины являются ориентировочными и могут зависеть от типа кабеля и уровня электромагнитных помех в среде эксплуатации.

## 7.2 Конфигурация параметров преобразователя частоты

Таблица 7.4 – Параметры ПЧ для настройки работы по коммуникационным протоколам.

Функциональный код	Название функции	Значение функции	Установить значение
P0-04	Источник команд пуска/останова	2: Протокол связи	2
P0-06	Источник задания частоты А	7: Протокол связи	7
P8-04	Время срабатывания защиты по отключению связи	0.0 (защита отключена), 0.1 мс ~ 30.0 мс	В зависимости от технологических условий
P8-11	Выбор коммуникационного протокола	1: Коммуникационный протокол платы расширения (кроме Modbus TCP/IP)	1

### 7.3 Управление по протоколу CANopen

Поддерживаемые протоколы и объекты:

Node Guard: Поддерживается. Используется мастером для опроса состояния устройства.

Heartbeat: Поддерживается. Ведомое устройство периодически сообщает мастеру о своём состоянии.

SDO (Service Data Object): Поддерживается только ускоренный (Expedited) механизм передачи. За один запрос передаётся 1 функциональный код размером 2 байта.

PDO (Process Data Object): Поддерживается 3 RPDO (для записи) и 3 TPDO (для чтения).

Emergency: Поддерживаются аварийные сообщения.

#### Идентификаторы сообщений (Predefined COB ID)

Плата использует стандартные (предопределённые) идентификаторы связи:

**NMT:** 0x000

**SYNC:** 0x080

**SDO:**

Запрос от мастера: 0x600 + Node ID

Ответ от ведомого: 0x580 + Node ID

**PDO:****RPDO1:** 0x200 + Node ID**RPDO2:** 0x300 + Node ID**RPDO3:** 0x400 + Node ID**TPDO1:** 0x180 + Node ID**TPDO2:** 0x280 + Node ID**TPDO3:** 0x380 + Node ID

Node ID – адрес (номер) устройства в сети CAN

**Отображение параметров в словаре объектов CANopen**

Адреса параметров преобразователя частоты делятся на адреса функциональных кодов и не функциональных кодов. Правила маркировки адресов функциональных кодов подробно описаны в главе «Протокол MODBUS» руководства по ПЧ INPRIME MX.

Набор функциональных кодов преобразователя отображается в диапазоне 0x2000 – 0x20FF словаря объектов CANopen.

Index (индекс) словаря: 0x2000 + номер группы параметров

Subindex (подиндекс) словаря: 1 + номер функционального кода

Пример для кода P0 04:

Группа: P0 → номер группы 0xF0

Параметр: 04 → номер 04

Index = 0x20F0

Subindex = 0x05

Таблица 7.5 – Соответствие групп параметров и индексов

Группа параметров	CANopen Index (чтение)	CANopen Index (запись в EEPROM)	CANopen Index (запись в RAM)
P0 – PF	0x20F0 – 0x20FF	0x20F0 – 0x20FF	0x2000 – 0x200F
A0 – AF	0x20A0 – 0x20AF	0x20A0 – 0x20AF	0x2040 – 0x204F
U0 – UF	0x2070 – 0x207F	–	–

Пример для P0 23 (время разгона):

Чтение или запись с сохранением в EEPROM: Index = 0x20F0, Subindex = 0x18

Запись только в RAM: Index = 0x2000, Subindex = 0x18



Функциональные коды хранятся в EEPROM. Не допускается их безусловная цикличная перезапись в PLC-программах, так как это может привести к повреждению памяти преобразователя. Изменение параметров через связь во время настройки двигателя запрещено.

## Операции чтения и записи через SDO

Таблица 7.6 – Чтение параметра (мастер → ПЧ)

Поле CAN	Данные (CAN-опен)	Описание
11-битный ID	0x600 + Node ID	Адрес устройства (Node ID)
RTR	0	Флаг удалённого кадра: "0"
DATA0	0x40	Команда чтения
DATA1	Index (мл. байт)	Номер группы функционального кода (например, для P0 = 0xF0)
DATA2	Index (ст. байт)	Старший байт индекса (0x20)
DATA3	Subindex	Номер функционального кода + 1
DATA4-DATA7	0x00	Резерв

Таблица 7.7 – Ответ на чтение (ПЧ → мастер)

Поле CAN	Данные (CAN-опен)	Описание
11-битный ID	0x580 + Node ID	Адрес устройства (Node ID)
RTR	0	Флаг удалённого кадра: "0"
DATA0	Код команды	0x4B: Успешно (2 байта данных) 0x80: Ошибка
DATA1	Index (мл. байт)	Как в запросе
DATA2	Index (ст. байт)	Как в запросе
DATA3	Subindex	Как в запросе
DATA4-DATA5	Данные (2 байта)	Значение параметра (мл. байт в DATA4)
DATA6-DATA7	Результат	0x00: Успех Код ошибки: При ошибке

Таблица 7.8 – Запись параметра (мастер → ПЧ)

Поле CAN	Данные (CAN-орен)	Описание
11 битный ID	0x600 + Node ID	Адрес устройства (Node ID)
RTR	0	Флаг удалённого кадра: "0"
DATA0	Код команды	0x2B: Запись 16 бит
DATA1	Index (мл. байт)	Номер группы функционального кода
DATA2	Index (ст. байт)	Старший байт индекса (0x20)
DATA3	Subindex	Номер функционального кода + 1
DATA4 DATA5	Данные (2 байта)	Значение для записи (мл. байт в DATA4)
DATA6 DATA7	0x00	Резерв

Таблица 7.9 – Ответ на запись (ПЧ → мастер)

Поле CAN	Данные (CAN-орен)	Описание
11 битный ID	0x580 + Node ID	Адрес устройства (Node ID)
RTR	0	Флаг удалённого кадра: "0"
DATA0	Код команды	0x60: Успешно
DATA1	Index (мл. байт)	Как в запросе
DATA2	Index (ст. байт)	Как в запросе
DATA3	Subindex	Как в запросе
DATA4 DATA7	Результат	0x00 00 00 00: Успех Код ошибки: При ошибке

## Основные параметры управления по протоколу CANopen

Следующие параметры управления доступны по адресу Index = 0x2073:

Таблица 7.10 – Основные параметры управления по протоколу CANopen

Наименование	Subindex	Диапазон / Описание
Задание частоты	0x11	0 – максимальная частота, единица: 0.01 Гц
Командное слово	0x12	0001: Пуск вперед 0002: Пуск назад 0003: Толчок вперед 0004: Толчок назад 0005: Останов по инерции 0006: Останов с замедлением 0007: Сброс ошибки
Управление цифровыми выходами	0x13	Битовая маска: Бит0: Y1 Бит 1: Y2 Бит 2: Реле Т Бит 3: реле R Бит 4: FM
Управление АО1	0x14	0x0000 – 0x7FFF соответствует 0 % – 100 %
Управление АО2	0x15	0x0000 – 0x7FFF соответствует 0 % – 100 %
Управление FM	0x16	0x0000 – 0x7FFF соответствует 0 % – 100 %

### 7.4 Пример конфигурации мастера сети и настройка параметров по сети CANopen

Настройка ведущего устройства сети CANopen (например, программируемого логического контроллера — ПЛК) осуществляется с использованием соответствующих файлов конфигурации. Эти файлы содержат описание объектов устройства (Object Dictionary), конфигурацию объектов данных процесса (PDO) и параметры связи для платы расширения INMX CANopen.

Файл конфигурации устройства (EDS — Electronic Data Sheet) для платы INMX CANopen доступен для загрузки на нашем сайте: <https://instart-info.ru/>

Далее в качестве примера приведён процесс конфигурации мастер-устройства и настройки параметров связи с использованием среды программирования InoProShop (версия 1.8.1.3)



Конкретные шаги по импорту EDS/DCF файла, назначению Node ID, настройке PDO-маппинга и параметров связи (скорость обмена, протокол Heartbeat/Node Guard) зависят от выбранной среды разработки и программного обеспечения ведущего устройства CANopen.

## 1) Создайте новый проект: меню «File» – «New project» (рис. 7.3).

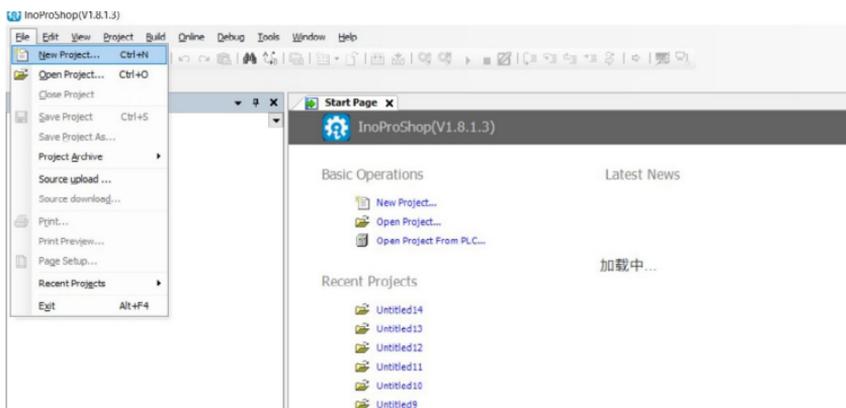


Рисунок 7.3 – Создание нового проекта

## 2) Выберите используемый контроллер (рис.7.4)

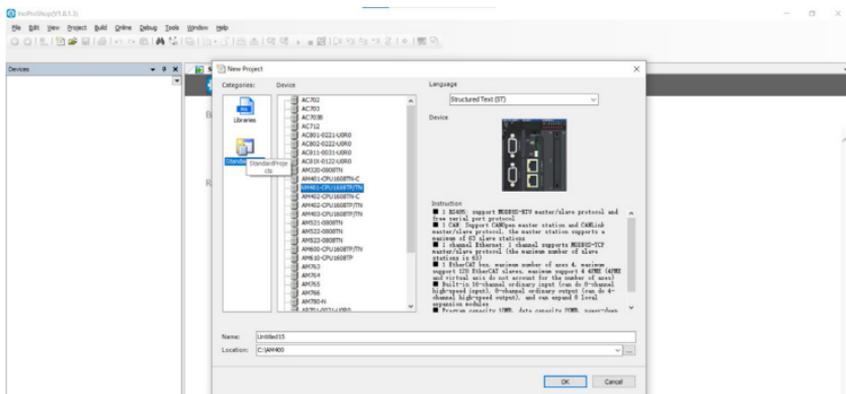


Рисунок 7.4 – Выбор контроллера

3) Подключитесь к контроллеру при помощи кнопки меню «Scan network», появится окно «Select device» (рис. 7.5). Выберите ПЛК и нажмите «ОК».

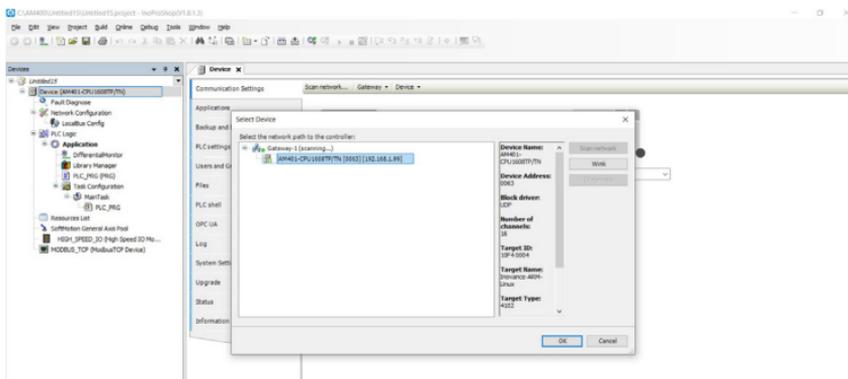


Рисунок 7.5 – Подключение к ПЛК

4) Далее перейдите в подменю слева «LocalBus Config», нажмите на красный прямоугольник (рис. 7.6) и отметьте галочкой нужный сетевой протокол («CANopen Master»).

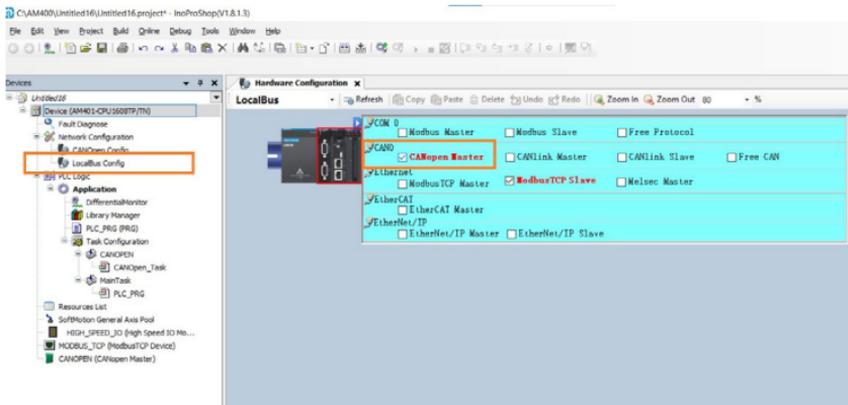


Рисунок 7.6 – Выбор сетевого протокола

5) После этого в подменю «Network configuration» выберите вкладку «Import EDS file» (рис. 7.7).

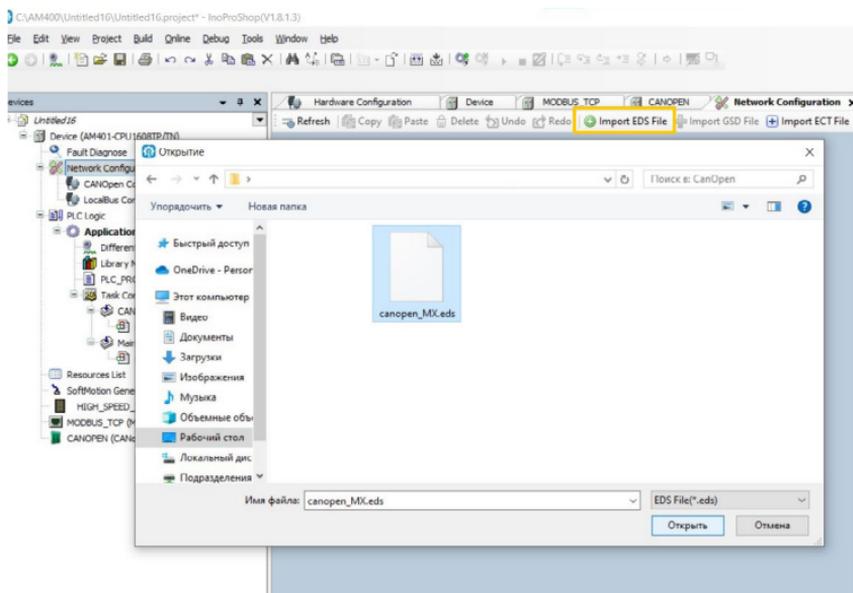


Рисунок 7.7 – Импорт EDS-файла

6) Откройте Canopen Master (рис. 7.8), установите скорость и «Node ID»

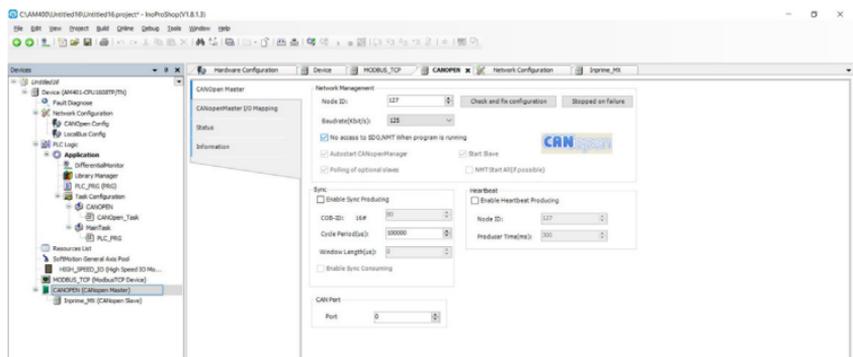


Рисунок 7.8 – Настройка параметров CANopen

7) В меню справа выберите EtherCAT Port – INSTART – Inprime MX (рис. 7.9), перенесите при помощи мыши устройство в поле проекта.

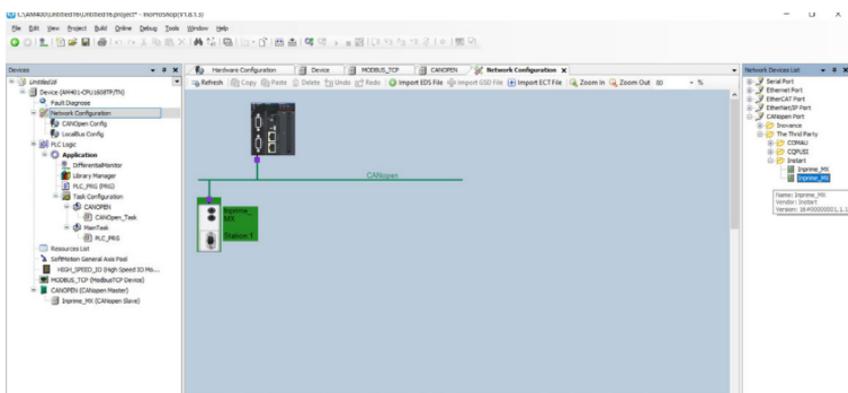


Рисунок 7.9 – Добавление устройства в проект

8) Зайдите в меню слева Inprime MX (CANopen slave), вкладка «Receive PDO», в поле «Node ID» введите цифру 3 (рис. 7.10).

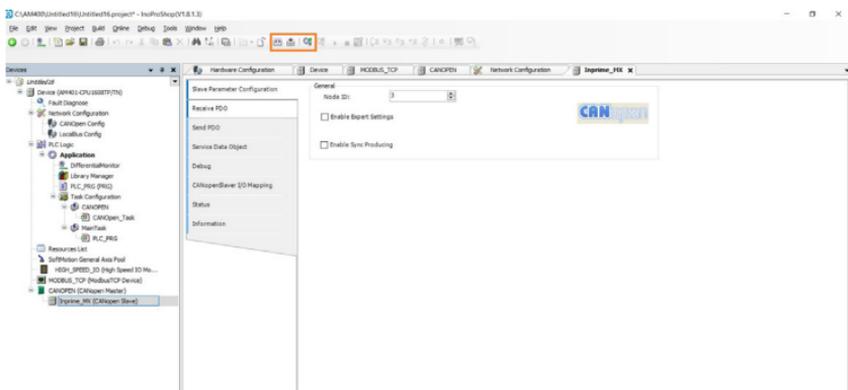


Рисунок 7.10 – Настройки CANopen slave

9) Перейдите в поле «Network configuration», нажмите на верхней панели кнопку «Check Application», затем «Build» и «Login» (отмечены на рис. 7.10), после чего нажмите «Start».

10) В меню «Devices» выберите Inprime MX (CANopen slave), откроется новое окно с вкладкой «Canopen Slave I/O Mapping» (рис. 7.11). После ввода нужных значений запишите их при помощи «Write values».

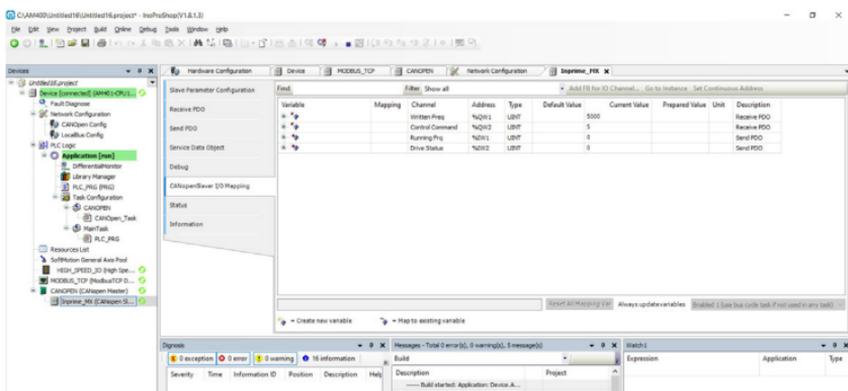


Рисунок 7.11 – Запись значений

11) Для настройки индексов PDO воспользуйтесь вкладкой «Send PDO» (или Receive PDO) (рис. 7.12), предварительно нажав «Logout». Выделите третью строку, нажмите внизу окна «Add Mapping», выберите нужные функции из списка и нажмите «Ok». Повторите подключение (см. пункт 9).

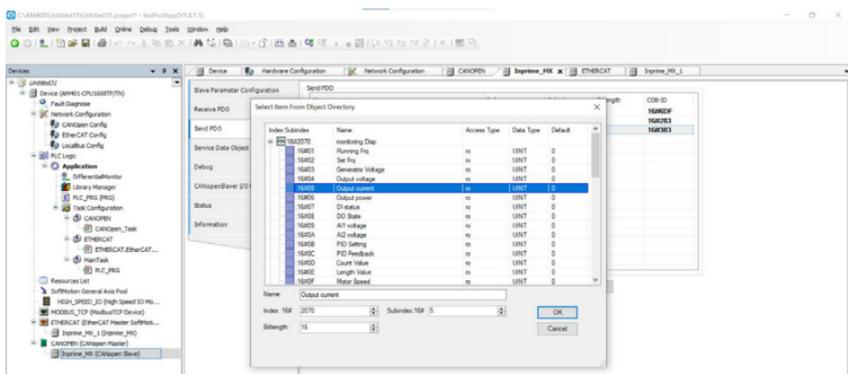


Рисунок 7.12 – Настройка PDO

## 8. ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

После возникновения события ПЧ реализует функцию защиты и отображает код на дисплее панели управления. Пользователь может определить тип события, проанализировать причины и выполнить поиск и устранение в соответствии таблицами 8.1 и 8.2. С полным списком сообщений о состоянии ПЧ можно ознакомиться в главе 8 [Руководства по эксплуатации ПЧ INPRIME MX](#).

Таблица 8.1 – Возможные неисправности, их причины и меры устранения

Проблема	Возможная причина	Мера устранения
Плата не определяется системой	Плата неправильно установлена; Шлейф не подключен; P8-11 не установлен в 1	Выключите питание, проверьте установку платы и шлейф; Установите P8-11=1; Перезагрузите преобразователь
Нет связи с сетью	Неправильный адрес; Неверная скорость; Обрыв кабеля; Терминаторы не установлены	Проверьте настройки адреса и скорости; Проверьте целостность кабеля; Установите терминаторы на крайних устройствах
Периодические сбои связи	ЭМП помехи; Перегрузка сети; Длинный цикл EtherCAT; Плохое заземление	Используйте экранированные кабели; Увеличьте тайм-аут; Оптимизируйте цикл EtherCAT (1-100 мс); Улучшите заземление;
Индикатор ERR горит	Ошибка конфигурации; Внутренняя ошибка платы; Несовместимость прошивки	Проверьте конфигурацию на ведущем устройстве; Перезагрузите оборудование; Проверьте версию прошивки
Команды не выполняются	P0-04 не установлен в 2; Неверное сопоставление данных; Ошибка на приводе	Установите P0-04=2; Проверьте сопоставление PDO/PZD; Проверьте статус привода, сбросьте ошибки
Медленный отклик	Перегрузка сети; Длинный цикл опроса; Много узлов в сети	Увеличьте приоритет устройства; Укоротите цикл опроса; Оптимизируйте топологию сети

Таблица 8.2 – Журнал событий ПЧ INPRIME MX, связанных с работой по сетевым протоколам.

Событие	Код	Возможные причины	Меры устранения
Ошибка чтения/ записи EEPROM	Err25	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повреждение чипа EEPROM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Заменить основную плату</li> </ul>
Ошибка сетевого протокола	Err27	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Неисправность ПК/ адаптера</li> <li>• Обрыв связи</li> <li>• Неверные параметры группы P8</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить подключение ПК</li> <li>• Проверить параметры P8</li> </ul>







# INSTART

ЦЕНТР ПОДДЕРЖКИ  
тел.: 8 800 222 00 21  
(бесплатный звонок по РФ)  
E-mail: [info@instart-info.ru](mailto:info@instart-info.ru)  
[www.instart-info.ru](http://www.instart-info.ru)