

Настройка адресов — по одному!

Никогда не настраивайте программные адреса, когда на шине несколько преобразователей с одинаковым адресом — ответят все сразу, кадры столкнутся. Подключайте и настраивайте по одному, затем собирайте шину.

Практика

Наш преобразователь с завода реально отвечал на **115200**, а не на «заводских» 9600 — встречается предустановка на нестандартную скорость. Если устройство молчит, перебирайте скорости: 9600 → 19200 → 38400 → 57600 → 115200 и адреса 1, 2, 255, затем автосканирование 1–247. Это самая частая причина «мёртвого» устройства.

5 Протокол Modbus RTU: карта регистров

Все данные лежат в holding-регистрах. **Протокольный адрес = «PLC-адрес 4xxxx» – 40001** (то есть 40001 → 0x0000). Чтение — функция 0x03, запись одного регистра — 0x06, нескольких — 0x10. Для повседневной работы достаточно двух операций: чтение блока 40001–40005 и команда тары.

PLC-адрес	Прот. адрес	Тип	Назначение	Значения / примечания
40001–40002	0x0000–0001	R	Текущий вес, 32 бита со знаком	Без десятичной точки; старшее слово первым (см. 5.2)
40003	0x0002	R	Точность (позиция запятой)	0–3 → 0 / 0.0 / 0.00 / 0.000
40004	0x0003	R	Статус (битовое поле)	См. таблицу 5.1
40005	0x0004	W	Тара / обнуление показания	Записать 1; снимает температурный дрейф нуля
40006	0x0005	R/W	Режим нуля при включении	0 = обнулять при старте (завод); 1 = ноль из калибровки; 2 = ноль последней тары (для «памяти веса» после отключения питания)
40007	0x0006	R/W	Фильтр	0 = слабый, 1 = средний (завод), 2 = сильный
40008	0x0007	R/W	Чувствительность (ползучесть)	0 = высокая (компенсация ползучести выкл.); 1 = низкая (вкл.; для длительного хранения груза, не для медленной досыпки)
40009	0x0008	R/W	Слежение за нулём	0–6 → 0.5 / 1.0 / 1.5 / 2.0 / 2.5 / 3.0 / 5.0 е
40010	0x0009	R/W	Скорость	0 = 9600 ... 4 = 115200 (см. 4.2)
40011	0x000A	R/W	Чётность	0 = N, 1 = O, 2 = E
40012	0x000B	R/W	Адрес станции	1–99 (0 — широкоэвещательный)
40013	0x000C	W	Применить параметры связи	Записать 1
40014–40015	0x000D–000E	R/W	Полная шкала, 32 бита без знака	Вступает в силу после калибровки (0x0015)
40016–40017	0x000F–0010	R/W	Масса калибровочного груза, 32 бита	Обычно 1/4–3/4 шкалы
40018	0x0011	R/W	Точность (уставка)	0–3
40019	0x0012	R/W	Деление	0 = 1d, 1 = 2d, 2 = 5d
40020	0x0013	W	Калибровка нуля	Записать 1 при пустой платформе

PLC-адрес	Прот. адрес	Тип	Назначение	Значения / примечания
40021	0x0014	W	Калибровка грузом	Записать 1 при установленном грузе
40022	0x0015	W	Сохранить/применить калибровку	Записать 1 – данные сохраняются в энергонезависимую память
40023	0x0016	R	Статус калибровки	бит 2 (0x04) = ноль откалиброван; бит 3 (0x08) = груз откалиброван; биты 0–1: 0 взвешивание, 1 идёт калибровка, 2 успех, 3 ошибка
40024–40025	0x0017–0018	R	Внутренний код АЦП, 32 бита со знаком	Диагностика датчика: обрыв/деградация видны по коду
40026	0x0019	W	Сброс флага кнопки	Записать 1
40027	0x001A	W	Перезапуск	Записать 1
40028	0x001B	R/W	Скорость АЦП	0 = 10 Гц (завод), 1 = 40 Гц
40059	0x003A	R/W	Ячейка пользователя	Например, код единицы измерения
40060	0x003B	R	Версия прошивки	Протокол V1.02 → 102; наш экземпляр отвечал 104

5.1. Биты регистра статуса 40004 (0x0003)

Бит	= 0	= 1	Практическое использование
0	Вес нестабилен	Вес стабилен	Фиксировать результат только при 1
1	Не ноль	Ноль	Контроль пустой платформы/тары
2	Нет перегруза	Перегруз	Авария: показание превысило полную шкалу
3	Нет события	Нажата кнопка	Опционально; сброс через 40026
4	Ноль при старте есть	Нет устойчивого нуля при старте	Предупреждение (10 с нестабильности при включении)
5	Вес недействителен	Вес действителен	Запрет использования веса при 0 (старт, калибровка, перегруз)
6–15	—	—	Резерв

5.2. Сборка 32-битного веса и порядок слов

Преобразователь передаёт вес двумя 16-битными регистрами, **старшее слово первым** (word order «big-endian»). Значение – целое со знаком (two's complement), без десятичной точки: 15,32 кг при точности 2 передаётся как 1532. Итоговый вес = сырое_значение / 10^{точность}.

- ПК / Python (pymodbus): `weight_u32 = (reg0 << 16) | reg1`; если `weight_u32 ≥ 0x80000000` → вычесть `0x100000000`.
- ПЛК XINJE, Mitsubishi: хранят 32-бит числа младшим словом вперёд – **обязательно переставить слова** перед DMOV (пример в разделе 6.2 и в инструкции для XINJE).
- Siemens: перестановка не требуется (совпадает с порядком преобразователя).
- HMI-панели: в свойствах тега выбрать «32-bit integer, high word first» (или «swap words»).

5.3. Тайминги

- Между запросами – пауза не менее 50 мс; суммарная частота опроса – не более 20 Гц.
- Кадры RTU разделяются тишиной ≥ 3,5 символа; внутри кадра пауз быть не должно.
- Таймаут ответа при 9600 – 200–500 мс достаточно; 1–2 повтора при ошибке.

5.4. С какими мастерами работает эта инструкция (ПЛК, HMI, SCADA)

Преобразователю безразлично, кто ведущий: подходит любое устройство с портом RS-485 и функцией Modbus RTU master. Логика всегда одна: функция 03 с адреса 0x0000 на 4 регистра, затем сборка 32-битного веса по правилам 6.2. Распространённые платформы:

Платформа	Чем опрашивать	Порядок слов 32 бита
XINJE XD3 / XL3 и вся серия XD/XL	Встроенный RS-485 (COM2, клеммы A/B); инструкции REGR / REGW / MRGW	Перестановка НУЖНА; готовая инструкция Sierra — отдельный документ
Mitsubishi FX3U / FX3G / FX5U	Плата FX3U-485-BD или адаптер; инструкция ADPRW (у FX5U порт встроен)	Перестановка НУЖНА (как у XINJE)
Siemens S7-1200 / S7-1500	Модуль CM 1241 (RS-485) или плата CB 1241; блоки Modbus_Comm_Load + Modbus_Master	Совпадает — перестановка НЕ нужна
Delta DVP	Встроенный RS-485; инструкции MODRD / MODWR / MODRW	Проверить известным грузом
Omron CP1 / CJ2	Serial option board / SCU; режим Modbus-RTU easy master	Проверить известным грузом
Schneider M221 / M241 / M251	Встроенная serial line; блоки READ_VAR / WRITE_VAR	Проверить известным грузом
ОВЕН ПЛК110 / ПЛК210, ПР200	Штатный Modbus RTU master (OwenLogic / CODESYS)	Проверить известным грузом
Любой CODESYS-контроллер (WAGO и др.)	Библиотека Modbus RTU master + COM-порт	Задаётся в конфигураторе (swap words)
Allen-Bradley Micro820 / 850	Встроенный serial; Modbus RTU master	Проверить известным грузом
HMI-панели Weintek / Wecon / DWIN и др.	Драйвер «Modbus RTU», тег 32-bit integer	В свойствах тега: high word first / swap
ПК и SCADA (Rapid SCADA, MasterSCADA, OPC)	USB-RS485 + Modbus-драйвер или OPC-сервер; Python (pymodbus)	Задаётся в настройках драйвера

Если у контроллера только Ethernet — используйте мост Modbus TCP → RTU (раздел 9.2). Названия функциональных блоков даны как ориентир — сверьте со справкой вашей модели ПЛК; параметры запроса (станция, функция 03, адрес 0, количество 4) одинаковы везде.

6 Типовые операции (готовые кадры)

Кадры даны для адреса станции 1. При другом адресе или числе регистров CRC16 пересчитывается (ПЛК и библиотеки делают это автоматически). Ответ на команды записи 0x06 — эхо запроса.

6.1. Чтение веса одним запросом (рекомендуемый способ)

Один запрос функции 03 с адреса 0x0000 на 4 регистра возвращает сразу вес (2 слова), точность и статус:

```
Запрос: 01 03 00 00 00 04 44 09
Ответ:  01 03 08 [вес.старш][вес.младш][точность][статус] CRC CRC
```

Далее: собрать 32-битный вес (5.2), проверить биты valid / stable / overload (5.1), поделить на $10^{\text{точность}}$.

4 Адрес и параметры связи

Заводские настройки: **9600, 8N1, адрес 1**. DIP-переключатели (все OFF = программные параметры):

SW1 (скорость)	SW4	SW3	SW2	Адрес
OFF = 9600	Off	Off	Off	1
ON = 115200	Off	Off	On	2
	Off	On	Off	3
	Off	On	On	4
	On	Off	Off	5
	On	Off	On	6
	On	On	Off	7
	On	On	On	8

Все переключатели OFF

Тонкость заводской логики: комбинация «все SW1–SW4 = OFF» включает программные параметры, а не «адрес 1, 9600». Поэтому аппаратно задать адрес 1 можно только вместе с SW1 = ON (то есть на 115200); адрес 1 на 9600 задаётся программно (при всех OFF).

Программно (действует при всех DIP = OFF): скорость (0–4 = 9600/14400/19200/38400/115200), чётность (0/1/2 = N/O/E), адрес 1–99; после записи – команда «применить». Адреса регистров – в карте (раздел 5); кадр применения для CH4: 01 06 00 10 00 01 49 CF.

5 Карта регистров (CH4 и CH8)

Протокольный адрес = «PLC-адрес 4xxxx» – 40001. N – номер канала (1...4 или 1...8).

Назначение	CH4	CH8	Формат
Весы каналов, 32 бита со знаком	0x00–0x07	0x00–0x0F	По 2 регистра на канал; старшее слово первым (см. 6.3)
Статусы каналов	0x08–0x09	0x10–0x13	1 байт на канал; в регистре старший байт – чётный канал (2/1, 4/3...)
Точности каналов	0x0A	0x14–0x15	По 4 бита; старшая тетрада – канал 1 (пример 0x1220)
Тара по каналам	0x0B	0x16	Битовое поле (bit0 = канал 1); запись самоочищается
«Не обнулять при старте»	0x0C	0x17	Битовое поле по каналам
Скорость / чётность / адрес / применить	0x0D / 0x0E / 0x0F / 0x10	0x18 / 0x19 / 0x1A / 0x1B	Коды – раздел 4
Калибровка нуля / грузом	0x11 / 0x12	0x1C / 0x1D	Битовое поле; только один канал за раз
Полная шкала канала N	0x14 + 2·(N–1)	0x1E + 2·(N–1)	32 бита, ФК 0x10
Калибровочный груз канала N	0x1C + 2·(N–1)	0x2E + 2·(N–1)	32 бита, ФК 0x10
Точность канала N (0–3)	0x24 + N–1	0x3E + N–1	Позиция запятой
Деление канала N (0–2)	0x28 + N–1	0x46 + N–1	1 / 2 / 5
Статус калибровки канала N	0x2C + N–1	0x4E + N–1	0x04 ноль ОК; 0x08 груз ОК (0x0C – обе); 1 – идёт; 3 – ошибка
Фильтр канала N (0–2)	0x30 + N–1	0x56 + N–1	Слабый / средний / сильный

Назначение	CH4	CH8	Формат
Частота АЦП (0/1 = 10/40 Гц)	0x34	0x5E	Общая
Слежение за нулём (0–9 делений)	0x35	0x5F	Общее; завод 3
Обнулить и записать стартовый ноль	0x36	0x60	Битовое поле по каналам
Порядок слов 32-бит	0x3A (40059)	0x6D (40110)	0 = старшее первым (завод); 1 = младшее первым
Версия прошивки	0x3B (40060)	0x6E (40111)	101

6 Чтение данных

6.1. Рекомендуемый способ: весь прибор одним запросом

CH4 (10 регистров): 01 03 00 00 00 0A C5 CD -> 4 веса + 4 статус-байта
 CH8 (20 регистров): 01 03 00 00 00 14 45 C5 -> 8 весов + 8 статус-байтов
 Только веса: CH4 01 03 00 00 00 08 44 0C CH8 01 03 00 00 00 10 44 06
 Только статусы: CH4 01 03 00 08 00 02 45 C9 CH8 01 03 00 10 00 04 45 CC
 Точности: CH4 01 03 00 0A 00 01 A4 08 CH8 01 03 00 14 00 02 84 0F
 Один канал N: адрес 2*(N-1), 2 регистра. Канал 2: 01 03 00 02 00 02 65 CB

6.2. Статусный байт канала

Бит	Значение
bit7	Вес действителен — использовать показание только при 1
bit6	Канал готов (первые 10 с после включения идёт проверка стабильности)
bit4	Текущий порядок слов: 0 — старшее первым, 1 — младшее первым
bit2	Перегруз
bit1	Вес стабилен
bit0	Нестабильный старт (за 10 с сигнал не стабилизировался)

В каждом статусном регистре **старший байт — чётный канал**: регистр 0x08 (CH4) = (статус канала 2 << 8) | статус канала 1; регистр 0x09 = (канал 4 << 8) | канал 3. У CH8 аналогично в 0x10–0x13.

6.3. Порядок слов 32-битного веса

По умолчанию старшее слово первым (как у одноканального SMB101). Для ПЛК, хранящих 32-битные числа «младшим словом вперёд» (XINJE, Mitsubishi), запишите 1 в регистр порядка слов — прибор сам перевернёт данные, и перестановка в программе ПЛК не понадобится:

CH4: 01 06 00 3A 00 01 68 07 CH8: 01 06 00 6D 00 01 D9 D7

7 Тара и рабочие уставки

Тара (обнуление показания) — битовое поле, запись самоочищается. Значение = 2^{N-1} :

Канал	1	2	3	4	5	6	7	8
Значение	1	2	4	8	16	32	64	128