

A large, stylized bull logo in a dark red color, positioned in the upper center of the page. The bull is facing right and has a thick, curved horn on its left side.

Протокол MODBUS-RTU (ПЧ PD310)

PROMPOWER

Руководство по эксплуатации

**PROM
POWER**

Введение

В данном руководстве содержатся инструкции по правильной эксплуатации изделия для достижения оптимальной производительности. Перед началом эксплуатации изделия (установка, подключение, работа, обслуживание, проверка и т.д.) внимательно изучите данное руководство.

Преобразователь частоты PROMPOWER серии PD310 оснащен интерфейсом RS-485 и использует протокол MODBUS-RTU. С помощью протокола MODBUS можно задавать команду управления, выходную частоту, изменять параметры соответствующих функциональных кодов, контролировать рабочее состояние преобразователя, информацию о неисправностях и т.д.

Если в процессе эксплуатации у Вас возникнут какие-либо трудности или особые требования, пожалуйста, обратитесь в нашу компанию или к авторизованному дистрибьютору.

В интересах выполнения политики непрерывного развития и усовершенствования издатель оставляет за собой право вносить изменения в содержание данного руководства без предварительного оповещения конечных пользователей.

Ревизия	Дата	Описание изменений
1.0	09.10.2023	Первая ревизия документа
1.1	29.01.2024	Исправлены ошибки и внесены дополнения

Оглавление

1	Техника безопасности	4
1.1	Электрическая безопасность	4
1.2	Проектирование и безопасность персонала	4
2	Информация о продукте	5
2.1	Введение	5
2.2	Электрические подключения	5
3	Ввод в эксплуатацию	7
3.1	Настройка конфигурационных параметров MODBUS RTU	7
3.2	Структура коммуникационного кадра	8
3.3	Адресация параметров	9
3.4	Коды поддерживаемых функций	13
4	Режим проверки ошибок коммуникационного кадра	16
4.1	Метод проверки CRC	16

1 Техника безопасности

1.1 Электрическая безопасность

Преобразователи частоты серии PD310 изготовлены и спроектированы с учетом всех требований, предъявляемых к обеспечению безопасности обслуживающего персонала, однако в преобразователе частоты используются напряжения, которые могут вызвать поражение электрическим током. Несоблюдение правил техники безопасности может привести к травмам и повреждению оборудования.

1.2 Проектирование и безопасность персонала

Проектирование, монтаж, ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание установки или системы должны выполняться квалифицированным персоналом, имеющим необходимую подготовку и опыт. Квалифицированным считается персонал, который прошел обучение по определенной программе, знакомый с устройством и принципами работы оборудования и действующими в электроэнергетической отрасли нормами. Перед работой с преобразователем частоты PD310 персонал должен ознакомиться с содержанием настоящего руководства.



Ни одну из функций электропривода нельзя использовать для обеспечения безопасности персонала. Электронные схемы управления не изолируют сетевое напряжение от выхода преобразователя частоты.



Оценка рисков безопасности установки или системы, в которой используется преобразователь частоты, должна проводиться пользователем или системным интегратором/проектировщиком. В частности, при оценке безопасности должны быть рассмотрены последствия отказа или отключения преобразователя частоты во время нормальной работы, а также то, приведет ли это к безопасной остановке без ущерба для установки, соседнего оборудования и оператора/пользователя установки. Для любого применения, в котором поломка электропривода или его системы управления может привести к повреждению, ущербу или травме, необходимо провести анализ степени риска и при необходимости принять специальные меры для снижения риска, например, установить устройства защиты от превышения скорости для случая выхода из строя системы управления скоростью или безотказный механический тормоз для случая отказа системы торможения двигателем.

2 Информация о продукте

2.1 Введение

Modbus – открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий-ведомый. Благодаря универсальности и открытости, стандарт позволяет интегрировать оборудование разных производителей.

Преобразователь частоты PD310 имеет встроенный интерфейс RS-485 с поддержкой протокола Modbus RTU. Преобразователь частоты работает в режиме Водомый.

2.2 Электрические подключения

Клеммы подключения RS-485 расположены на плате управления, как показано на рисунке 2-1.



Рисунок 2-1 Расположение клемм подключения RS-485

Таблица 2-1 Структура шины

Параметр	Описание
Интерфейс	Аппаратный интерфейс RS-485
Способ синхронизации	Асинхронный последовательный полудуплексный метод Только один из ведущих и ведомых может одновременно отправлять данные, в то время как другой их принимает. В процессе асинхронной последовательной передачи данные передаются в виде сообщений, кадр за кадром.
Топология	Это система с одним ведущим и несколькими ведомыми. Диапазон настройки адреса ведомого устройства составляет 1~247, при этом 0 является адресом широковещательной связи. Адрес каждого ведомого в сети уникален, что является основой для обеспечения последовательной связи MODBUS.

Таблица 2-2 Клеммы управления

Группа	Клемма	Название	Описание
Последовательный интерфейс RS-485	485+	Дифференциальный сигнал 485+	Переключателем S2 выбирается подключение терминирующего резистора 120 Ом. Modbus RTU (300-38400 бод). Настройка протокола в группе Fd.
	485-	Дифференциальный сигнал 485-	

С помощью DIP переключателя S2 можно выбрать подключение терминирующего резистора 120 В между линий 485+/485-, а также фильтрующего конденсатора 10 нФ.

Таблица 2-3 Описание DIP переключателя S2

Переключатель	Положение	Описание функций
S2		ON: Подключение терминирующего резистора 120 Ом
		OFF: Отключение терминирующего резистора 120 Ом
		ON: Подключение емкостного фильтра 10 нФ линии RS-485
		OFF: Отключение емкостного фильтра 10 нФ линии RS-485

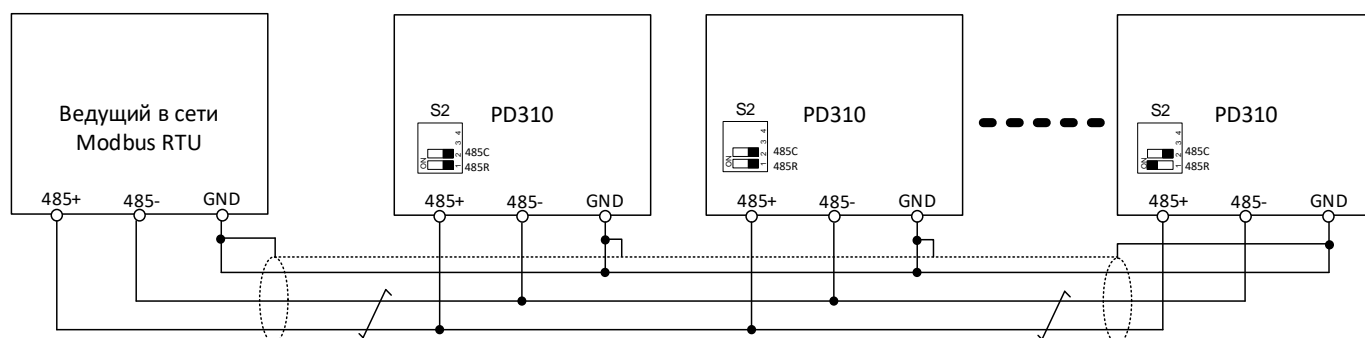


Рисунок 2-2 Подключение нескольких ПЧ в общую сеть RS-485

3 Ввод в эксплуатацию

3.1 Настройка конфигурационных параметров MODBUS RTU

Таблица 3-1 Конфигурационные параметры

Код	Название	Диапазон	По ум.	Описание
F0-00	Источник задания команд управления	0: Кнопочная панель (LED "У/М" не горит) 1: Клеммы управления (LED "У/М" горит) 2: Сетевой интерфейс (LED "У/М" мигает)	2	Источник задания команд – сетевой интерфейс
F0-02	Основное задание частоты X	0: Цифровое задание F0-07 с регулировкой кнопками "Вверх/Вниз" на кнопочном пульте (значение не запоминается после остановки и выключения питания) 1: Цифровое задание F0-07 с регулировкой кнопками "Вверх/Вниз" на кнопочном пульте (значение запоминается после выключения питания) 2: Аналоговый вход AI1 3: Аналоговый вход AI2 4: Предустановленные скорости (меню FC) 5: Профиль скоростей (меню FC) 6: Выход ПИД регулятора (меню FA) 7: Сетевой интерфейс 8: Вход импульсной последовательности DI5 9: Цифровое задание частоты F0-07 (значение сохраняется после остановки, но не сохраняется после выключения питания) 10: Потенциометр кнопочной панели	7	Источник основной частоты – сетевой интерфейс
Fd-02	Адрес устройства	от 0 до 247 (0 для широковещательных сообщений) 0...127 для Profibus-DP	1	Локальный адрес MODBUS RTU
Fd-06	Коммуникационный интерфейс	0: Modbus RTU 1: Profibus-DP 2: CANopen 3: Profinet 4: Modbus TCP 5: EtherCAT	0	Установка коммуникационного протокола Modbus RTU

3.2 Структура коммуникационного кадра

Формат кадра показан на рисунке 3-1. Поле адреса всегда (даже в ответах на команду, посланную ведущим) содержит только адрес ведомого устройства.



Рисунок 3-1 Формат кадра

В протоколе Modbus RTU сообщение начинает восприниматься как новое после паузы (тишины) на шине длительностью не менее 3,5 шестнадцатеричных символов (14 бит).

Элемент данных приложения (ADU), следующий за периодом тишины, состоит из адреса ведомого устройства, команды, данных и контрольной суммы CRC, причем каждое поле передается в шестнадцатеричном виде (0...9, A...F).

Поле «Адрес» содержит только адрес ведомого устройства. Допустимы адреса узла ведомого от 1 до 247 (десятичное). В запросе мастера этот байт указывает узел опрашиваемого ведомого, в ответе ведомого этот байт указывает адрес отвечающего ведомого.

Адрес 0 обращается ко всем ведомым узлам в сети. Ведомые узлы не отвечают на такие широковещательные запросы.

Поле «Код функции» содержит информацию о выполняемом действии.

PD310 поддерживает следующие коды функций:

Таблица 3-2 Поддерживаемые коды функций

Код	Описание
03	Чтение нескольких 16-битных регистров
06	Запись одного регистра

Поле «Данные» может иметь произвольное количество байтов в диапазоне от 0 до 255. В нём может содержаться информация о параметрах, используемых в запросах контроллера или ответах преобразователя частоты.

Сообщения Modbus RTU передаются в виде кадров, для каждого из которых известны начало и конец. Признаком начала кадра является пауза (тишина) продолжительностью не менее 3,5 шестнадцатеричных символов (14 бит). Кадры должны передаваться как непрерывный поток данных. Если при передаче кадра обнаруживается пауза продолжительностью более 1,5 шестнадцатеричных символов (6 бит), то считается, что кадр содержит ошибку и должен быть отклонён принимающим устройством.

Для контроля ошибок передачи данных используется стандартный метод CRC-16. При приёме сообщения вычисляется код CRC для всего сообщения и сравнивается с его значением, указанным в поле CRC кадра. Если оба значения совпадают, считается, что сообщение не содержит ошибки. Стартовые, стоповые биты и бит паритета в вычислении CRC не участвуют.

3.3 Адресация параметров

Правило обращения к параметрам ПЧ:

Группа параметров (СЗБ) + Номер параметра в группе (МЗБ)

Адресация параметров происходит в шестнадцатеричном формате.

Определение адресов параметров чтения/записи в EEPROM и RAM памяти приведено в таблице 3-3.

Таблица 3-3 Адресация параметров ПЧ

Группа параметров ПЧ	Адрес Modbus RTU в EEPROM памяти (с возможностью чтения и записи)	Адрес Modbus RTU в RAM памяти (только запись)
F0--FE	F0--FE	00--0E
L0--LF	A0--AF	40--4F
A0--AF	B0--BF	50--5F
U0--UF	70-7F (только чтение)	

Например, адрес параметра F0-21 соответствует 0xF015 в шестнадцатеричной системе счисления.

Десятичная система	Шестнадцатеричная система	Итоговый адрес параметра ПЧ
F0	F0	0xF015
21	15	

Примечание:

Группа FF: параметры не могут быть ни прочитаны, ни изменены;

Группа U: параметры можно только считывать, изменять их нельзя.

При изменении параметров кодов функций следует обращать внимание на диапазон параметров, единицы измерения и соответствующие описания.



Ресурс количества перезаписи ячеек EEPROM памяти составляет более 1 млн перезаписей. В обычных условиях эксплуатации такое количество циклов перезаписи труднодостижимо, но при использовании управления по сетевому интерфейсу такое количество циклов может быть достигнуто менее чем за 1 час работы, поэтому для параметров задания частоты, напряжения и др. необходимо использовать оперативную память (RAM) микроконтроллера.

EEPROM память рекомендуется использовать для настройки параметров с нециклическим изменением значений.

Адресация параметров RAM памяти приведена в таблице 3-4.

В руководстве пользователя в главе 10 приведена информация по адресации параметров, возможности чтения/записи.

Для удобства работы в ПЧ предусмотрены наиболее часто используемые параметры, хранящиеся в RAM памяти.

Таблица 3-4 Адресация параметров RAM памяти (за исключением 0x1000/0x9000)

Адрес	Описание параметра	Адрес	Описание параметра
0x1000/ 0x9000	1000: * Задание частоты в % (-10000~10000) (десятичное) (ед.: 0,01%), RW/RO, EEPROM	0x1014	Значение аналогового входа AI1 перед коррекцией (ед.: 0,001 В), RO
	9000: Задание частоты в Гц 0 Гц ~ A0-00 (мин. ед.: 0,01 Гц), RW/RO, EEPROM	0x1015	Значение аналогового входа AI2 перед коррекцией (ед.: 0,001 В), RO
0x1001	Заданная частота (ед.: 0,01 Гц), RO	0x1016	Фактическая линейная скорость (ед.: 1 м/мин), RO
0x1002	Частота на выходе ПЧ (ед.: 0,01 Гц), RO	0x1017	Скорость механизма (ед.: задается пользователем, см. F8-36), RO
0x1003	Напряжение на шине DC (ед.: 0,1 В), RO	0x1018	Текущее время включения питания (ед.: 1 мин), RO

Адрес	Описание параметра
0x1004	Выходное напряжение (ед.: 0,1 В), RO
0x1005	Выходной ток (ед.: 0,1 А), RO
0x1006	Выходная мощность (ед.: 0,1 кВт), RO
0x1007	Состояние дискретных входов, HEX (ед.: 1), RO
0x1008	Состояние дискретных выходов, HEX (ед.: 1), RO
0x1009	Задание ПИД (ед.: 1), RO
0x100A	Обратная связь ПИД (ед.: 1), RO
0x100B	Значение аналогового входа AI1 после коррекции (ед.: 0,01 В), RO
0x100C	Значение аналогового входа AI2 после коррекции (ед.: 0,01 В), RO
0x100D	Значение аналогового выхода AO1 (ед.: 0,01 В), RO
0x100E	Этап профиля скорости (ед.: 1), RO
0x100F	Скорость вращения (ед.: 1 об/мин), RO
0x1010	Вход значения счетчика (ед.: 1), RO
0x1011	Частота входных импульсов DI 5 (ед.: 0,01 кГц), RO
0x1012	Обратная связь по скорости с энкодера (ед.: 0,1 Гц), только для чтения
0x1013	Оставшееся время работы (ед.: 0,1 мин), только для чтения

Адрес	Описание параметра
0x1019	Текущее время наработки (ед.: 0,1 мин), RO
0x101A	Частота входных импульсов DI5 (ед.: 1 Гц), RO
0x101B	Основное задание частоты X (ед.: 0,01 Гц), RO
0x101C	Вспомогательное задание частоты Y (ед.: 0,01 Гц), RO
0x101D	Цифровое задание момента (ед.: 0,1%), номинальный момент двигателя равен 100%, RO
0x101E	Текущая нагрузка двигателя относительно номинального тока двигателя (ед.: 0,1%), RO
0x101F	Текущая нагрузка двигателя относительно номинального тока преобразователя частоты (ед.: 0,1%), RO
0x1020	Ограничение момента
0x1021	Задание напряжения при раздельном управлении U/f (ед.: 1 В), RO
0x1022	Выходное напряжение при раздельном управлении U/f (ед.: 1 В), RO
0x1023	Зарезервировано, только для чтения
0x1024	Выбранный двигатель M1 или M2 (ед.: 1), RO
0x1025	Текущее значение длины (ед.: 1), RO
0x1026	Значение аналогового выхода AO2 (ед.: 0,01 В), RO
0x1027	Состояние преобразователя U1-36 (ед.: 1), RO
0x1028	Код текущей неисправности (ед.: 1), RO

Примечание:

Регистр 0x1000 представляет собой относительное задание частоты (F0-10), при этом 10000 соответствует 100,00%, а -10000 соответствует -100,00%.

Таблица 3-5 Адресация параметров RAM памяти

Тип	Адрес команды	Содержание команды
Слово управления (RW)	0x2000	0001: Пуск вперед 0002: Пуск назад 0003: Толчок вперед 0004: Толчок назад 0005: Остановка самовыбегом 0006: Остановка по рампе 0007: Квитирование ошибки 0008: Квитирование ошибки (только в режиме управления по сетевому интерфейсу)
Слово состояние (RO)	0x3000	0001: Движение вперед 0002: Движение назад 0003: Остановка
Управление дискретными выходами (RW)*	0x2001	BIT0: Управление реле 1 TA/TB/TC BIT1: Управление выходом DO1 BIT2: Управление реле 2 T2A/T2C (Опция PD310IO1)
Управление аналоговым выходом AO1 (WO)*	0x2002	0~7FFF (0~100%)
Управление аналоговым выходом AO2 (WO)*	0x2003	0~7FFF (0~100%)
Код ошибки (RO)	0x8000	0000: Неисправность отсутствует 0001: Err01 Защита ПЧ от короткого замыкания 0002: Err02 Защита ПЧ от короткого замыкания при разгоне 0003: Err03 Защита ПЧ от короткого замыкания при торможении 0004: Err04 Защита ПЧ от короткого замыкания при работе на постоянной скорости 0008: Err08 Перенапряжение при ускорении 0009: Err09 Перенапряжение при замедлении 000A: Err10 Перенапряжение при постоянной скорости 000B: Err11 Пониженное напряжение 000C: Err12 Обрыв входной фазы 000D: Err13 Обрыв выходной фазы 000E: Err14 Перегрузка преобразователя частоты 000F: Err15 Перегрузка двигателя 0010: Err16 Неисправность датчиков тока 0011: Err17 Перегрев преобразователя частоты 0012: Err18 Защита от пониженной нагрузки 0013: Err19 Отклонение от заданной скорости вращения 0014: Err20 Короткое замыкание на землю 0015: Err21 Внешняя ошибка 0016: Err22 Быстродействующее ограничение тока 0017: Err23 Ошибка коммуникации

Тип	Адрес команды	Содержание команды
		0018: Err24 Разрыв соединения Ведущий-Ведомый 0019: Err25 Ошибка чтения EEPROM 001A: Err26 Обрыв обратной связи PID регулятора 001B: Err27 Превышение наработки 001C: Err28 Ошибка питания 001D: Err29 Переключение на двигатель M2 в процессе работы 001E: Err30 Наработка за текущую сессию 001F: Err31 Превышение суммарной наработки 0020: Err32 Ошибка автонастройки 0021: Превышение скорости эл. двигателя 0024: Err36 Ошибка энкодера 0026: Err38 Перегрев эл. двигателя 0031: Err49 Пользовательская ошибка 1 0032: Err50 Пользовательская ошибка 2

Примечание:

Для управления аналоговыми/дискретными выходами необходимо выбрать функцию 16 для дискретных выходов и 7 для аналоговых выходов.

3.4 Коды поддерживаемых функций

0x03: Чтение регистров (Read Holding Registers)

Пример чтения одного параметра F0-07 = 50 Гц из RAM памяти (0x0007) с преобразователя с адресом Fd-02 = 1.

Запрос ведущего (Клиент → Сервер)

Описание	Байт	Пример, HEX
Адрес ведомого	0	1
Код функции	1	03
СЗБ начального адреса регистра	2	00
МЗБ начального адреса регистра	3	07
СЗБ числа 16-битных регистров	4	00
МЗБ числа 16-битных регистров	5	01
МЗБ (младший значащий байт) CRC	6	
СЗБ (младший значащий байт) CRC	7	

Ответ ведомого (Сервер → Клиент)

Описание	Байт	Пример, HEX
Адрес ведомого	0	1
Код функции	1	03
Длина читаемого блока регистровых данных (в байтах)	2	02
СЗБ регистровых данных 0	3	13
МЗБ регистровых данных 0	4	88
МЗБ CRC	3 + число байтов	
СЗБ CRC	4 + число байтов	

Пример чтения группы параметров: напряжение на шине DC = 327,5 В (0x1003), выходное напряжение = 214,5 В (0x1004) и выходной ток = 1,3 А (0x1005) из RAM памяти с преобразователя с адресом Fd-02 = 1.

Запрос ведущего (Клиент → Сервер)

Описание	Байт	Пример, HEX
Адрес ведомого	0	1
Код функции	1	03
СЗБ начального адреса регистра	2	10
МЗБ начального адреса регистра	3	03
СЗБ числа 16-битных регистров	4	00
МЗБ числа 16-битных регистров	5	03
МЗБ (младший значащий байт) CRC	6	
СЗБ (младший значащий байт) CRC	7	

Ответ ведомого (Сервер → Клиент)

Описание	Байт	Пример, HEX
Адрес ведомого	0	1
Код функции	1	03
Длина читаемого блока регистровых данных (в байтах)	2	06
СЗБ регистровых данных 0	3	0C
МЗБ регистровых данных 0	4	CB
СЗБ регистровых данных 1	5	08
МЗБ регистровых данных 1	6	61
СЗБ регистровых данных 2	7	00
МЗБ регистровых данных 2	8	0D
МЗБ CRC	7 + число байтов	
СЗБ CRC	8 + число байтов	

0x06: Запись одного регистра

Записывает значение в один 16-разрядный регистр. Обычным ответом является “эхо” запроса, возвращаемое после записи регистра.

Пример записи одного параметра F0-07 = 30 Гц в EEPROM память (0xF007) преобразователя с адресом Fd-02 = 1.

Запрос ведущего (Клиент → Сервер)

Описание	Байт	Пример, HEX
Адрес ведомого	0	1
Код функции	1	06
СЗБ адреса регистра	2	F0
МЗБ адреса регистра	3	07
СЗБ регистровых данных 0	4	0B
МЗБ регистровых данных 0	5	B8
МЗБ (младший значащий байт) CRC	6	
СЗБ (младший значащий байт) CRC	7	

Ответ ведомого (Сервер → Клиент)

Описание	Байт	Пример, HEX
Адрес ведомого	0	1
Код функции	1	06
СЗБ адреса регистра	2	F0
МЗБ адреса регистра	3	07
СЗБ регистровых данных 0	4	0B
МЗБ регистровых данных 0	5	B8
МЗБ (младший значащий байт) CRC	6	
СЗБ (младший значащий байт) CRC	7	

4 Режим проверки ошибок коммуникационного кадра

4.1 Метод проверки CRC

Используется формат кадра RTU, который включает в себя поле обнаружения ошибок кадра, основанное на методе CRC. Поле CRC проверяет все содержимое кадра. Поле CRC имеет длину два байта и содержит 16-разрядное двоичное значение. Оно вычисляется передающим устройством и добавляется в кадр. Принимающее устройство пересчитывает CRC полученного кадра и сравнивает его со значением в полученном поле CRC. Если два значения CRC не равны, это означает, что в передаче произошла ошибка.

CRC инициализируется значением 0xFFFF и вызывается процедура, обрабатывающая последовательные 6 и более байт в кадре с текущим значением регистра. Для вычисления CRC используются только 8-битные данные в каждом символе, а стартовый бит, стоповый бит и бит четности недействительны.

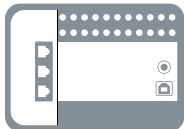
Приведем для примера простую функцию для вычисления CRC (запрограммированную на языке C):

```
unsigned int crc_cal_value(unsigned char *data_value, unsigned char data_length)
{
    int i;
    unsigned int crc_value=0xffff;
    while(data_length--)
    {
        crc_value^=*data_value++;
        for(i=0;i<8;i++)
        {
            if(crc_value&0x0001)
                crc_value=(crc_value>>1)^0xa001;
            else
                crc_value=crc_value>>1;
        }
    }
    return(crc_value);
}
```

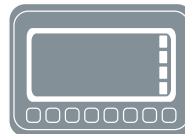

ВСЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ:



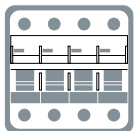
Реле



ПЛК



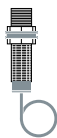
Панели оператора



НКА



Электропривод



Датчики



Блоки питания



Управление

Официальный дистрибьютор:



**PROM
POWER**

www.prompower.ru

