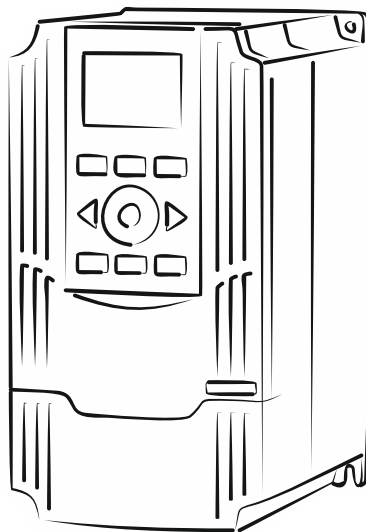


EAC

**Преобразователи частоты
KIPPRIBOR серии AFD-E**

**Протокол связи Modbus RTU
(интерфейс RS485)**



KIPPRIBOR

Содержание

1. Протокол связи Modbus, интерфейс RS485	3
1.1 Структура данных	3
1.1.1 Формат передачи данных	3
1.1.2 Скорость передачи данных	3
1.2 Поддерживаемые функции Modbus	3
1.3 Распределение адресов регистров	4
1.3.1 Сводная таблица распределение адресов регистров	4
1.3.2 Распределение адресов регистров в диапазоне 0x1000...0x1100	4
1.3.3 Распределение адресов регистров в диапазоне 0x1100...0x1200	5
1.3.4 Распределение адресов регистров в диапазоне 0x1200...0x1300	6
1.3.5 Распределение адресов регистров управляющих параметров и параметров мониторинга	7
1.3.6 Распределение адресов регистров в диапазоне 0x1300...0x1400	8
1.4 Чтение статуса ошибок	9
1.5 Диагностика	10
1.6 Сводная таблица параметров	10
1.6.1 Группа FA.0 – Настройки интерфейса связи	10
1.6.2 Группа FA.1 – Карта управляющих параметров и параметров мониторинга ..	11

1. Протокол связи Modbus, интерфейс RS485

1.1 Структура данных

Протокол Modbus - это универсальный протокол связи, широко используемый в промышленности для связи между электронными устройствами. Поскольку этот протокол связи популярен и удобен в применении, он считается общим отраслевым стандартом и широко применяется для построения автоматизированных систем управления, состоящих из главных контроллеров и подчиненных устройств.

Протокол Modbus имеет 3 режима передачи: ASCII, RTU и TCP. Преобразователи частоты KIPPRIBOR AFD-E поддерживают только режим RTU.

В качестве физического интерфейса для протокола Modbus у преобразователей частоты AFD-E использует интерфейс RS485. Применяется метод асинхронной последовательной полудуплексной передачи, только одно устройство (Master или Slave) могут передавать данные в один конкретный момент времени, а другое устройство может только принимать данные.

1.1.1 Формат передачи данных

В настройках параметров связи доступно 4 формата передачи данных:

- 1 старт-бит, 8 бит данных, 1 стоп-бит, без контроля чётности
- 1 старт-бит, 8 бит данных, 1 стоп-бит, контроль чётности
- 1 старт-бит, 8 бит данных, 1 стоп-бит, контроль нечётности
- 1 старт-бит, 8 бит данных, 2 стоп-бит, без контроля чётности

1.1.2 Скорость передачи данных

В настройках доступно 7 значений скорости передачи данных: 1200 кбит/с, 2400 кбит/с, 4800 кбит/с, 9600 кбит/с, 19200 кбит/с, 38400 кбит/с, 76800 кбит/с.

1.2 Поддерживаемые функции Modbus

Перечень поддерживаемых преобразователями частоты AFD-E функций протокола Modbus приведён на в Табл. 1.

Табл. 1 – перечень поддерживаемых функций Modbus

Код функции (представление в шестнадцатеричном формате)	Код функции (представление в десятичном формате)	Функция
0x01	1	Чтение состояния одного бита
0x02	2	Чтение состояния нескольких бит
0x03	3	Чтение значений из нескольких регистров хранения
0x04	4	Чтение значений из нескольких регистров ввода
0x05	5	Запись состояния одного бита
0x06	6	Запись значения в один регистр хранения
0x07	7	Чтение состояния
0x08	8	Диагностика

0x0F	15	Запись состояния нескольких бит
0x10	16	Запись значений в несколько регистров хранения
0x17	23	Чтение / Запись нескольких регистров

1.3 Распределение адресов регистров

1.3.1 Сводная таблица распределение адресов регистров

Сводная таблица распределение адресов регистров преобразователей частоты AFD-E приведены в Табл. 2.

Табл. 2 – сводная таблица распределение адресов

Наименование	Диапазон адресов, представление в шестнадцатеричном формате (Hex)	Диапазон адресов, представление в десятичном формате (Dec)	Поддерживаемая функция Modbus
Биты командного слова Полупроводниковые дискретные выходы Релейные дискретные выходы	0x1000...0x1100	4096... 4352	0x01 0x05 0x0F
Биты слова состояния Дискретные входы	0x1100...0x1200	4352...4608	0x02
Аналоговые входы	0x1200...0x1300	4608...4864	0x04
Прикладные параметры, Параметры мониторинга, Командное слово, Слово состояния, Задаваемые значения Modbus, Карта параметров мониторинга, Карта параметров управления	0x1300...0x1400	4864...5120	0x03 0x06 0x10 0x17

1.3.2 Распределение адресов регистров в диапазоне 0x1000...0x1100

Подробное распределение адресов регистров в диапазоне 0x1000...0x1100 приведено Табл. 3.

Поддерживаемые функциональные коды Modbus: 0x01 (чтение состояния одного бита), 0x05 (запись состояния одного бита), 0x0F (запись состояния нескольких бит).

Табл. 3 – распределение адресов регистров в диапазоне 0x1000...0x1100

Регистр	Функция	Адрес (Hex)	Адрес (Dec)
Командное слово - Bit 0	Зарезервировано	0x1000	4096
Командное слово - Bit 1	Разрешение работы 0: Работа запрещена 1: Работа разрешена	0x1001	4097
Командное слово - Bit 2	Разрешение запуска 0: Запуск запрещён 1: Запуск разрешён	0x1002	4098
Командное слово - Bit 3	Зарезервировано	0x1003	4099
Командное слово - Bit 4	Запуск 0: Стоп 1: Пуск	0x1004	4100
Командное слово - Bit 5	Зарезервировано	0x1005	4101

Командное слово - Bit 6	Аварийный останов 0: Не действительно 1: Действительно	0x1006	4102
Командное слово - Bit 7	Остановка на выбеге 0: Не действительно 1: Действительно	0x1007	4103
Командное слово - Bit 8	Зарезервировано	0x1008	4104
Командное слово - Bit 9	Зарезервировано	0x1009	4105
Командное слово - Bit 10	Зарезервировано	0x100A	4106
Командное слово - Bit 11	Зарезервировано	0x100B	4107
Командное слово - Bit 12	Запрет разгона/торможения 0: Разрешено 1: Запрещено	0x100C	4108
Командное слово - Bit 13	Обнуление входа интегратора 0: Не действительно 1: Действительно	0x100D	4109
Командное слово - Bit 14	Удалённое управление 0: Не действительно 1: Действительно	0x100E	4110
Командное слово - Bit 15	Сброс ошибки 0 > 1 Сброс	0x100F	4111
DO1	Полупроводниковый дискретный выход 1	0x1020	4128
DO2	Полупроводниковый дискретный выход 2	0x1021	4129
Зарезервировано	-	0x1030	4144
RO1	Релейный выход 1	0x1040	4160
Зарезервировано	-	0x1050	4176
SDO1...SDO8	Виртуальные дискретные выходы 1...8	0x1060...0x1067	4192...4199
Зарезервировано	-	0x1068...0x107F	4200...4223

1.3.3 Распределение адресов регистров в диапазоне 0x1100...0x1200

Подробное распределение адресов регистров в диапазоне 0x1100...0x1200 приведено в Табл. 4.

Поддерживаемые функциональные коды Modbus: 0x02 (чтение состояния нескольких бит).

Табл. 4 – распределение адресов регистров в диапазоне 0x1100...0x1200

Регистр	Функция	Адрес (Hex)	Адрес (Dec)
Слово состояния - Bit 0	Готов к работе 0: Не готов 1: Готов к работе	0x1100	4352
Слово состояния - Bit 1	Работа разрешена 0: Работа запрещена 1: Работа разрешена	0x1101	4353
Слово состояния - Bit 2	Запуск разрешён 0: Старт запрещен 1: Старт разрешен	0x1102	4354
Слово состояния - Bit 3	Зарезервировано	0x1103	4355
Слово состояния - Bit 4	Состояние ПЧ (запущен / остановлен) 0: Остановлен 1: Запущен	0x1104	4356
Слово состояния - Bit 5	Направление	0x1105	4357

	0: Прямое 1: Обратное		
Слово состояния - Bit 6	Нулевая скорость 0: Не действительно 1: Действительно	0x1106	4358
Слово состояния - Bit 7	Разгон 0: Не действительно 1: Действительно	0x1107	4359
Слово состояния - Bit 8	Торможение 0: Не действительно 1: Действительно	0x1108	4360
Слово состояния - Bit 9	Выход на заданное значение 0: Заданное значение частоты не достигнуто 1: Заданное значение частоты достигнуто	0x1109	4361
Слово состояния - Bit 10	Зарезервировано	0x110A	4362
Слово состояния - Bit 11	Зарезервировано	0x110B	4363
Слово состояния - Bit 12	Источник задания частоты* 0: Источник задания частоты 1 1: Источник задания частоты 2	0x110C	4364
Слово состояния - Bit 13	Источник управляющих команд** 0: Источник 1 1: Источник 2	0x110D	4365
Слово состояния - Bit 14	Наличие тревожных сообщений 0: Нет сообщений (Al.xxx) 1: Есть сообщения	0x110E	4366
Слово состояния - Bit 15	Наличие ошибок 0: Нет ошибок (Fu.xxx) 1: Есть ошибки	0x110F	4367
DI1	Дискретный вход 1	0x1120	4384
DI2	Дискретный вход 2	0x1121	4385
DI3	Дискретный вход 3	0x1122	4386
DI4	Дискретный вход 4	0x1123	4387
DI5	Дискретный вход 5	0x1124	4388
DI6	Дискретный вход 6	0x1125	4389
Зарезервировано	-	0x1130	4400
Зарезервировано	-	0x1131	4401
Зарезервировано	-	0x1132	4402
Зарезервировано	-	0x1133...0x1199	4403...4505

*. преобразователи частоты AFD-E имеют только один источник задания частоты

**.. преобразователи частоты AFD-E имеют только один источник управляющих команд

1.3.4 Распределение адресов регистров в диапазоне 0x1200...0x1300

Подробное распределение адресов регистров в диапазоне 0x1200...0x1300 приведено в Табл. 5.

Поддерживаемые функциональные коды Modbus: 0x04 (чтение значений из нескольких регистров ввода).

Табл. 5– распределение адресов регистров в диапазоне 0x1200...0x1300

Регистр	Функция	Значение	Адрес (Hex)	Адрес (Dec)
AI1	Аналоговый выход 1	0...4080	0x1200	4608

A12	Аналоговый выход 2	0...4080	0x1201	4609
A13	Аналоговый выход 3 (доступен только с картой расширения)	0...4080	0x1202	4610
D19	Высокоскоростной дискретный вход (доступен только с картой расширения)	0...4080	0x1203	4611
Зарезервировано	-	-	0x1204...0x1299	4612...4761

1.3.5 Распределение адресов регистров управляющих параметров и параметров мониторинга

Распределение адресов регистров управляющих параметров и параметров мониторинга приведено в Табл. 6.

Поддерживаемые функциональные коды Modbus: 0x03 (чтение значений из нескольких регистров хранения), 0x06 (запись значения в один регистр хранения), 0x10 (запись значений в несколько регистров хранения), 0x17 (чтение / запись нескольких регистров)

Для определения адреса регистра любого параметра ПЧ необходимо использовать номер этого параметра без указания подгруппы параметров. Подгруппа параметра - это средняя цифра в номере параметра, например, в параметре F2.0.33 подгруппа «0». Суть метода определения адреса заключается в том, чтобы игнорировать подгруппу в номере параметра (далее подгруппа заменяется символом «●»).

Пример 1: определить адрес параметра F2.0.33. Записываем параметр без подгруппы – F2.●.33. Игнорируя подгруппу в номере параметра мы получаем адрес регистра этого параметра в шестнадцатеричном формате – F233 = 0xF233.

Пример 2: определить адрес параметра мониторинга d0.1.42 (текущая температура ПЧ). Записываем параметр без подгруппы – d0.●.42. Игнорируя подгруппу в номере параметра мы получаем адрес регистра этого параметра в шестнадцатеричном формате – d042 = 0xD042.



Если нет необходимости сохранять значения параметров постоянно, то их достаточно записать в область ОЗУ. Однако, если значения параметров должны храниться постоянно, то необходимо записать их значения в область ПЗУ. Частая запись значений в область ПЗУ сокращает срок её службы. Например, если значение параметра F2.1.13 необходимо записать и хранить постоянно, адрес регистра, куда оно должно быть записано, бдет 0xE213.

Табл. 6 - Распределение адресов регистров прикладных параметров и параметров мониторинга

Параметр	Адрес регистра в ОЗУ	Адрес регистра в ПЗУ
F0.●.00...F0.●.55	0xF000...0xF055	0xE000...0xE055
●●●	●●●	●●●
F8.●.00...F8.●.55	0xF800...0xF855	0xE800...0xE855
FA.●.00...FA.●.55	0xFA00...0xFA55	0xEA00...0xEA55
●●●	●●●	●●●
FF.●.00...FF.●.55	0xFF00...0xFF55	0xEF00...0xEF55
dE.●.00...dE.●.55 (только чтение)	0xDE00...0xDE55	0xBE00...0xBE55
d0.●.00...d0.●.55 (только чтение)	0xD000...0xD055	-

d1.●.00...d1.●.55 (только чтение)	0xD100...0xD155	-
-----------------------------------	-----------------	---

1.3.6 Распределение адресов регистров в диапазоне 0x1300...0x1400

Подробное распределение адресов регистров в диапазоне 0x1300...0x1400 приведено в Табл. 7.



Чтение / запись командного слова может осуществляться двумя способами: чтение / запись каждого бита командного слова, или чтение / запись регистра хранения командного слова. Например, если необходимо установить «разрешение работы», мы можем записать значение бита 1 командного слова (адрес 0x1001) равным 1, при помощи функции Modbus 0x05. Также мы можем записать в регистр хранения командного слова (адрес 0x1300) значение 0x0002 при помощи функции Modbus 0x06.

При чтении слова состояния используются аналогичные методы. Например, если нам необходимо считать направление вращения, то мы можем прочитать бит 5 командного слова (адрес 0x1105) при помощи функции Modbus 0x02, или прочесть регистр хранения слова состояния (адрес 0x1309) при помощи функции Modbus 0x03.



Когда нам нужно записать/прочитать значения нескольких регистров параметров управления или параметров мониторинга одной командой, мы можем составить карту параметров управления или параметров мониторинга при помощи параметров [FA.1.08]...[FA.1.23]. В каждом из этих параметров выбирается номер того параметра, к которому мы хотим обратиться и обращение к нужному параметру происходит по адресам параметров [FA.1.08]...[FA.1.23].

Табл. 7 - распределение адресов регистров в диапазоне 0x1300...0x1400

Регистр	Значение	Адрес (Hex)	Адрес (Dec)
Командное слово (Биты 0...15)	0...0xFFFF	0x1300	4864
Задаваемое значение Modbus 1 (Относительное значение)	-10000...10000	0x1301	4865
Задаваемое значение Modbus 1 (Абсолютное значение)	-30000...30000	0x1302	4866
Параметр 1 (Карты управляющих параметров)	[F0.00...FF.55]	0x1303	4867
Параметр 2 (Карты управляющих параметров)	[F0.00...FF.55]	0x1304	4868
Параметр 3 (Карты управляющих параметров)	[F0.00...FF.55]	0x1305	4869
Параметр 4 (Карты управляющих параметров)	[F0.00...FF.55]	0x1306	4870
Параметр 5 (Карты управляющих параметров)	[F0.00...FF.55]	0x1307	4871
Параметр 6 (Карты управляющих параметров)	[F0.00...FF.55]	0x1308	4872
Слово состояния (Биты 0...15)	0...0xFFFF	0x1309	4873
Параметр 1 (Карты параметров мониторинга)	[d0.00...d1.49]	0x130A	4874
Параметр 2 (Карты параметров мониторинга)	[d0.00...d1.49]	0x130B	4875

Параметр 3 (Карты параметров мониторинга)	[d0.00...d1.49]	0x130C	4876
Параметр 4 (Карты параметров мониторинга)	[d0.00...d1.49]	0x130D	4877
Параметр 5 (Карты параметров мониторинга)	[d0.00...d1.49]	0x130E	4878
Параметр 6 (Карты параметров мониторинга)	[d0.00...d1.49]	0x130F	4879
Параметр 7 (Карты параметров мониторинга)	[d0.00...d1.49]	0x1310	4880
Параметр 8 (Карты параметров мониторинга)	[d0.00...d1.49]	0x1311	4881
Параметр 9 (Карты параметров мониторинга)	[d0.00...d1.49]	0x1312	4882
Параметр 10 (Карты параметров мониторинга)	[d0.00...d1.49]	0x1313	4883
Зарезервировано	-	0x1314...0x1400	4884...5120

1.4 Чтение статуса ошибок

Поддерживаемая функция Modbus 0x07 (Запрос).

На наличие / отсутствие ошибок (Fu.xxx) и тревожных сообщений (aL.xxx) ПЧ указывают бит 7 и бит 6 возвращаемых данных:

- Возвращаемые данные – Бит 7: 0 – нет ошибок, 1 – есть ошибки.
- Возвращаемые данные – Бит 6: 0 – нет тревожных сообщений, 1 – есть тревожные сообщения

Информация о номере ошибки **Fu** или тревожного сообщения **AL** передаётся в битах 5...0.

Для получения номера ошибки/тревожного сообщения следует двоичный код числа, состоящего из битов 5...0 перевести в десятичный формат. Полученное число – есть искомый номер ошибки/тревожного сообщения

Пример 1: Если возвращаемые данные 0x8C (10001100), то:

- По значению битов 7, 6 (10 _ _ _ _ _) идентифицируем формат сообщения. Бит 7 имеет значение 1, соответственно формат сообщения - **FU**.
- Двоичный код числа, состоящего из битов 5...0 (_ _ 00100) переводим в десятичный формат: $001100_2 = 12_{10} = 12$.

Таким образом получен код ошибки **FU.012**.

Пример 2: Если возвращаемые данные 0x64 (01100100), то:

- По значению битов 7, 6 (01 _ _ _ _ _) идентифицируем формат сообщения. Бит 6 имеет значение 1, соответственно формат сообщения - **AL**.
- Двоичный код числа, состоящего из битов 5...0 (_ _ 100100) переводим в десятичный формат: $100100_2 = 36_{10} = 36$.

Таким образом получен код ошибки **AL.036**.

1.5 Диагностика

Поддерживаемая функция Modbus 0x08 (диагностика)

Суб-функция	Наименование
00	Возврат данных запроса
01	Опция перезапуска связи
04	Принудительный режим прослушивания
0A	Очистить счетчики и диагностический регистр
0B	Возврат значения счётчика сообщений шины
0C	Возврат значения счётчика ошибок обратной связи шины
0D	Возврат значения счётчика ошибок шины
0E	Возврат значения счётчика сообщений на сервере

1.6 Сводная таблица параметров



В таблице программируемых параметров встречаются следующие примечания:

«X» - параметр не может быть изменен, когда ПЧ находится в режиме работы.

«M» - значение параметра зависит от модели ПЧ.

«R» - параметр доступен только для чтения.

Переменные: «N» - шестнадцатеричное число. Допускается только побитовое изменение данных (бит переноса не допускается), верхний и нижний передел изменяется побитно.

1.6.1 Группа FA.0 – Настройки интерфейса связи

Параметр	Наименование параметра	Значение параметра и описание параметра	Заводск. знач-е	Прим.	Стр.
FA.0.00	Статус карты расширения и состояние шины	0: Карта расширения Modbus не подключена; 1: Карта расширения Modbus подключена 2: Связь установлена; 3: Связь потеряна;	-	R	-
FA.0.01	Параметры связи	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Скорость связи: 0: 1200 кбит/с; 1: 2400 кбит/с; 2: 4800 кбит/с; 3: 9600 кбит/с; 4: 19200 кбит/с; 5: 38400 кбит/с; 6: 76800 кбит/с; <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Формат данных. 0: 1-8-1-N, RTU; 1: 1-8-1-E, RTU; 2: 1-8-1-O, RTU; 3: 1-8-2-N, RTU;	0003		-
FA.0.02	Локальный адрес	0...247 (0 широковещательный адрес)	1	X	-
FA.0.03	Время отклика	0...1000 мс	5		-
FA.0.04	Время ожидания при потере связи	0,01..10,00 сек.	1,00	X	-

FA.0.05	Действие при ошибке связи	0: Стоп с временем торможения; 1: Работа в соответствии с последней полученной командой;			-
---------	---------------------------	---	--	--	---

1.6.2 Группа FA.1 – Карта управляющих параметров и параметров мониторинга

Параметр	Наименование параметра	Значение параметра и описание параметра	Заводск. значе	Прим.	Стр.
FA.1.08	Параметр 1 карты управляющих параметров	F0.00...FF.55	F0.29	H	-
FA.1.09	Параметр 2 карты управляющих параметров	F0.00...FF.55	F0.29	H	-
FA.1.10	Параметр 3 карты управляющих параметров	F0.00...FF.55	F0.29	H	-
FA.1.11	Параметр 4 карты управляющих параметров	F0.00...FF.55	F0.32	H	-
FA.1.12	Параметр 5 карты управляющих параметров	F0.00...FF.55	F0.32	H	-
FA.1.13	Параметр 6 карты управляющих параметров	F0.00...FF.55	F0.32	H	-
FA.1.14	Параметр 1 Карты параметров мониторинга	d0.00...d1.49	d0.00	X; H	-
FA.1.15	Параметр 2 Карты параметров мониторинга	d0.00...d1.49	d0.01	X; H	-
FA.1.16	Параметр 3 Карты параметров мониторинга	d0.00...d1.49	d0.02	X; H	-
FA.1.17	Параметр 4 Карты параметров мониторинга	d0.00...d1.49	d0.03	X; H	-
FA.1.18	Параметр 5 Карты параметров мониторинга	d0.00...d1.49	d0.04	X; H	-
FA.1.19	Параметр 6 Карты параметров мониторинга	d0.00...d1.49	d0.05	X; H	-
FA.1.20	Параметр 7 Карты параметров мониторинга	d0.00...d1.49	d0.06	X; H	-
FA.1.21	Параметр 8 Карты параметров мониторинга	d0.00...d1.49	d0.07	X; H	-
FA.1.22	Параметр 9 Карты параметров мониторинга	d0.00...d1.49	d0.08	X; H	-
FA.1.23	Параметр 10 Карты параметров мониторинга	d0.00...d1.49	d0.09	X; H	-

KIPPRIBOR