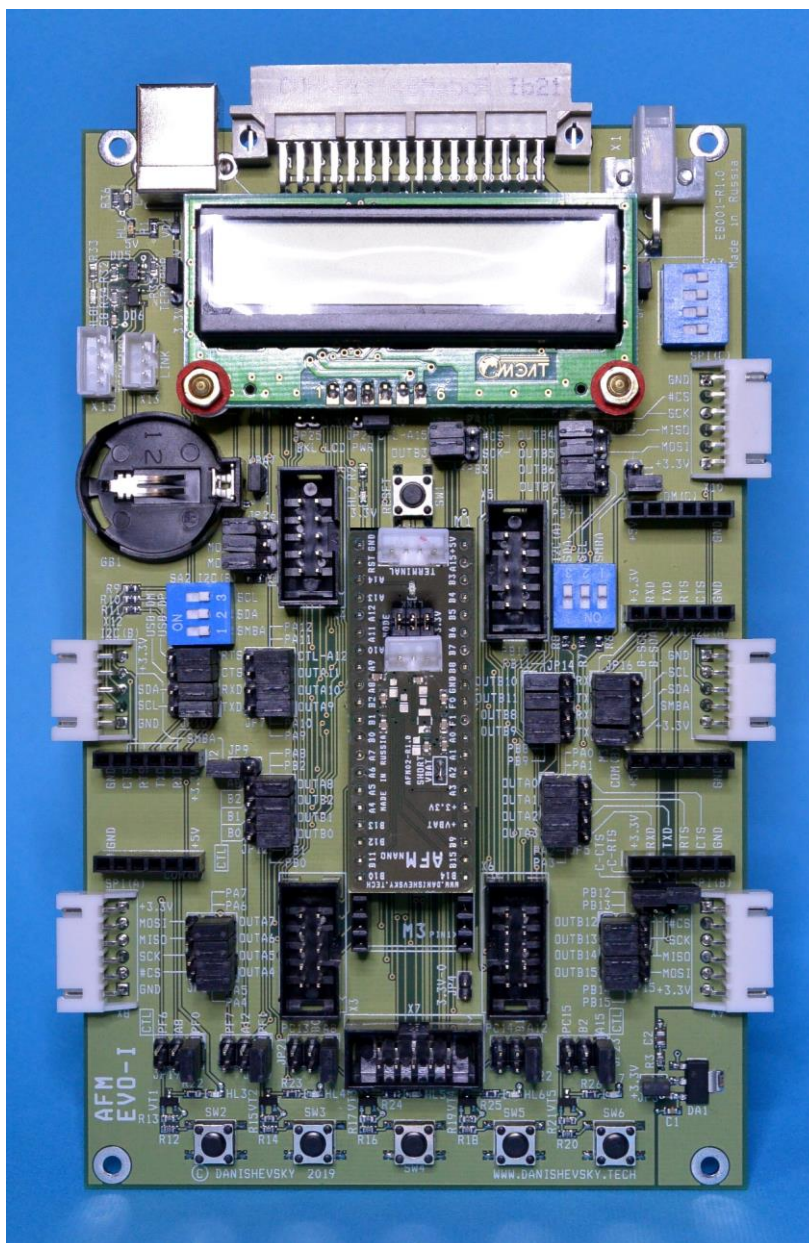


Комплекты разработчика серии AFM Evolution предназначены для изучения возможностей Форт-машин и облегчения разработки приложений на их основе. Входящие в состав комплектов модули могут быть использованы в макетах и мелкосерийных изделиях, лабораторных стендах, применяться в качестве пособий в образовательных целях.

Модуль AFM EVO-I обеспечивает работу с тремя конструктивными исполнениями Форт-машин класса AFMnano и включает средства, необходимые для макетирования и отладки: разъёмы для подключения периферийных устройств с различными интерфейсами, коммутаторы электрических цепей портов ввода-вывода, стабилизатор напряжения питания, светодиоды и кнопки, схемы сопряжения с нагрузкой и подключения терминала пользователя. Имеется возможность установки и подключения жидкокристаллического индикатора с интерфейсом I2C.



AFM EVO-I

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право внесения изменений в конструкцию, внешний вид изделий и упаковки, в документацию, программы и другие материалы без уведомления потребителей.

Изображения на упаковке являются иллюстрациями и могут отличаться от актуальных изделий.

© Danishevsky Technology, 2019, 2020

© ООО "ДАНИШЕВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЯ"

Многофункциональный модуль AFM EVO-I. Руководство пользователя. Ред. 1.00.

История внесения изменений:

Редакция	Дата	Изменения	Код документа
0.10	Июль-2019	Предварительная информация	UM00030010RU
1.00	Дек-2020	Первая редакция	UM00030100RU

Оглавление

1. Общие сведения.....	6
1.1. Форт-машина AFM	6
1.2. Системные требования.....	6
1.3. Сокращения и термины	6
1.4. Обозначение изделий.....	7
2. Возможности модуля AFM EVO-I.....	8
2.1. Основные характеристики платы AFM EVO-I.....	9
3. Аппаратная часть	10
3.1. Модули AFMпапо	13
3.2. Схема сопряжения AFM-Link с терминалом.....	16
3.3. Модули преобразователей физического уровня последовательных интерфейсов.....	16
3.4. Мультиплексоры и усилители выходных сигналов	16
3.5. Шины SPI и I2C (SMB).....	17
3.6. Светодиодные индикаторы	17
3.7. Кнопки.....	17
3.8. Цифровой семисегментный жидкокристаллический индикатор (ЖКИ).....	18
3.9. Разъёмы	18
3.9.1. Разъём X1 - питание 5V	18
3.9.2. Разъём X2 – USB тип B.....	18
3.9.3. Разъёмы X3 и X4 – выводы порта PA.....	19
3.9.4. Разъёмы X5 и X6 – выводы порта PB.....	20
3.9.5. Разъём X7 – выводы порта PC и порта PF	21
3.9.6. Разъёмы X8, X9, X10 – шины SPI	21
3.9.7. Разъёмы X11, X12 – шины I2C (SMB).....	23
3.9.8. Разъём X13 – интерфейс межмашинного обмена AFM-Link.....	24
3.9.9. Разъём X14 – выходы и питание нагрузки 5V.....	25
3.9.10. Разъём X15 – подключение последовательного терминала	26
3.10. Перемычки (джамперы)	27
3.10.1. Перемычка JP1 – резервное питание часов	27
3.10.2. Перемычка JP2 – объединение цепей питания 5V	27
3.10.3. Перемычки JP3 и JP4 – выбор источника питания 3.3V.....	27
3.10.4. Перемычки JP5-JP18 – коммутатор цепей ввода-вывода	28
3.10.4.1 Блок перемычек JP5 – коммутация PA[3:0].....	29
3.10.4.2 Блок перемычек JP6 – коммутация PA[7:4].....	29
3.10.4.3 Блок перемычек JP7/JP10 – коммутация PA[12:9].....	30
3.10.4.4 Блок перемычек JP8 – коммутация PA15 и PB3	31
3.10.4.5 Блок перемычек JP9/JP12 – коммутация PA8 и PB[2:0]	31
3.10.4.6 Блок перемычек JP11/JP13 – коммутация PB[7:4].....	32
3.10.4.7 Блок перемычек JP14/JP16 – коммутация PB[11:8].....	33
3.10.4.8 Блок перемычек JP15/JP17/JP18 – коммутация PB[15:12].....	34
3.10.5. Перемычки JP19-JP23 – коммутация кнопок и светодиодов.....	35
3.10.6. Перемычки JP24 и JP25 – питание ЖКИ	35
3.10.7. Блок перемычек JP26 – режимы работы Форт-машины.....	36
3.10.8. Перемычка JP27 – питание схемы сопряжения AFM-Link с терминалом.....	37
3.11. Переключатели	38
3.11.1. Переключатели SA1 и SA2 – подтягивающие резисторы шины I2C.....	38
3.11.2. Переключатель SA3 – управление мультиплексорами-усилителями	39
4. Работа с модулем.....	41
4.1. Схема питания	41
4.2. Резервное питание часов	42
4.3. Настройка конфигурации цепей ввода-вывода.....	42

4.4. Установка модуля AFMnano.....	42
4.5. Подключение терминала.....	43
5. Приложение: схема платы AFM EVO-I.....	45

Иллюстрации

Рисунок 1.1 Система обозначений AFM	7
Рисунок 3.1 Блок-схема платы AFM EVO-I	10
Рисунок 3.2 Основные компоненты платы AFM EVO-I, разъёмы	11
Рисунок 3.3 Компоненты платы AFM EVO-I, коммутация и индикация (ЖКИ снят).....	12
Рисунок 3.4 Блок-схема модуля AFMnano	13
Рисунок 3.5 Цоколёвка модулей AFMnano моделей M1.xx, M2.xx и M3.xx.....	14
Рисунок 3.6 Альтернативные функции выводов модуля AFMnano-M2.10 (вид сверху).....	15
Рисунок 3.7 Контакты разъёма X1 – питание 5V	18
Рисунок 3.8 Контакты разъёма X3 – порт PA[7:0].....	19
Рисунок 3.9 Контакты разъёма X4 – порт PA[15:8].....	19
Рисунок 3.10 Контакты разъёма X5 – порт PB[7:0].....	20
Рисунок 3.11 Контакты разъёма X6 – порт PB[15:8].....	20
Рисунок 3.12 Контакты разъёма X7 – порт PC[15:13], порт PF[7,6,1,0].....	21
Рисунок 3.13 Разъёмы X8, X9, X10 – шины SPI.....	22
Рисунок 3.14 Разъёмы X11, X12 – шины I2C (SMB)	23
Рисунок 3.15 Разъём X13 – интерфейс AFM-Link	24
Рисунок 3.16 Контакты разъёма X14 – выходы и питание нагрузки 5V	25
Рисунок 3.17 Разъём X15 – подключение терминала.....	26
Рисунок 3.18 Коммутация цепей ввода-вывода	28
Рисунок 3.19 Блок переключателей JP5	29
Рисунок 3.20 Блок переключателей JP6	29
Рисунок 3.21 Блок переключателей JP7/JP10	30
Рисунок 3.22 Блок переключателей JP8	31
Рисунок 3.23 Блок переключателей JP9/JP12	31
Рисунок 3.24 Блок переключателей JP11/JP13	32
Рисунок 3.25 Блок переключателей JP14/JP16	33
Рисунок 3.26 Блок переключателей JP15/JP17/JP18	34
Рисунок 3.27 Переключатели JP19-JP23	35
Рисунок 3.28 Переключатели JP24 и JP25 – питание ЖКИ	36
Рисунок 3.29 Блок переключателей JP26 – управление AFMnano.....	36
Рисунок 3.30 Переключатель JP27 – питание схемы сопряжения с терминалом	37
Рисунок 3.31 Переключатели SA1 и SA2 – подтягивающие резисторы шин I2C	38
Рисунок 3.32 Переключатель SA3 – управление мультиплексорами-усилителями.....	39

Рисунок 4.1 Рекомендуемая схема питания	41
Рисунок 4.2 Установка модуля AFMnano-M2.xx на плате AFM EVO-I	43
Рисунок 5.1 Электрическая схема AFM EVO-I, гнездо AFMnano и питание	45
Рисунок 5.2 Электрическая схема AFM EVO-I, коммутатор цепей ввода-вывода	46
Рисунок 5.3 Электрическая схема AFM EVO-I, разъёмы внешних подключений	47
Рисунок 5.4 Электрическая схема AFM EVO-I, кнопки и светодиоды.....	48
Рисунок 5.5 Электрическая схема AFM EVO-I, мультиплексоры-усилители выходов.....	49
Рисунок 5.6 Электрическая схема AFM EVO-I, ЖК индикатор	50
Рисунок 5.7 Электрическая схема AFM EVO-I, сопряжение AFM-Link с терминалом	50
Рисунок 5.8 Электрическая схема AFM EVO-I, гнезда модулей преобразователей.....	51

Таблицы

Таблица 3.1 Электрические цепи шины SPI	22
Таблица 3.2 Электрические цепи шины I2C (SMB).....	23
Таблица 3.3 Электрические цепи интерфейса AFM-Link	24
Таблица 3.4 Электрические цепи разъёма X14	25
Таблица 3.5 Электрические цепи разъёма подключения терминала.....	26
Таблица 3.6 Подключение резисторов к цепям шин I2C.....	38
Таблица 3.7 Варианты выбора для мультиплексоров-усилителей	40

1. Общие сведения

Модуль AFM EVO-I предназначен для изучения языка Advanced Forth и платформы AFS/AFM, оценки возможностей Форт-машин класса AFMnano, а также может быть использован в разработке приложений, макетировании и отладке различных устройств на базе модулей AFMnano.

1.1. Форт-машина AFM

Форт-машина — это ЭВМ, интегрированная с Форт-системой, архитектура которой оптимизирована для эффективного выполнения метакода языка Форт.

Различные реализации составляют семейство Форт-машин под общим названием AFM (Advanced Forth Machine).

В семействе AFM используются однокристальные микроконтроллеры с ядром ARM различных типов, для каждого из которых разработана и оптимизирована своя версия AFS.

Форт-машины на базе однокристальных микроконтроллеров поставляются в виде запрограммированных микросхем, защищенных от считывания и модификации программ AFS. Для удобства разработки и мелкосерийного производства изделий микросхемы монтируются на печатные платы модулей.

В зависимости от числа используемых выводов микроконтроллера и размеров дополнительных схем, модули AFM выпускаются в нескольких исполнениях – AFMnano, AFMmicro, AFMstandard.

1.2. Системные требования

Для связи с интерактивной средой программирования AFS модуля Форт-машины используется текстовый терминал, подключаемый через последовательный асинхронный интерфейс.

Может быть использована любая программа-терминал, выполняемая на персональном компьютере или мобильном устройстве.

Терминал должен обеспечивать двунаправленную передачу текстовых символов и иметь возможность настройки временных интервалов между передаваемыми символами и строками. Терминал должен обеспечивать, как минимум, прием и передачу символов размером 8 бит, без контроля четности, со скоростью 9600 bps.

Рекомендуемая программа-терминал для Windows: TeraTerm.

1.3. Сокращения и термины

AFS – Advanced Forth System – программная система, включающая ядро операционной системы, драйвера устройств аппаратной платформы, среду выполнения метакода Форт, интерактивную среду программирования на языке Advanced Forth.

CAN – Control Area Network – стандарт, описывающий специализированную сеть управления в локальной зоне, протокол обмена данными и физический уровень используемого в сети последовательного интерфейса.

DIP – Dual In-line Package – корпус микросхемы с двухрядным параллельным расположением выводов. Обычно указывается число выводов корпуса – DIP32, DIP40.

GPIO – General-Purpose Input-Output – порты ввода-вывода общего назначения микроконтроллера. Обычно выполняют множество функций, разделяя выводы микросхемы между дискретными линиями ввода-вывода и входами/выходами встроенных устройств различного назначения.

I2C – Inter-Integrated Circuit (I²C) – интерфейс обмена данными между микросхемами, использующий последовательную шину.

RS-232, RS-485 – обозначения стандартов физического уровня последовательных интерфейсов.

SMB – System Management Bus – последовательная шина, реализованная поверх I2C, а также стандарт, описывающий протокол и формат данных, передаваемых по I2C, для контроля и управления сложных вычислительных систем.

SPI – Serial Peripheral Interface – высокоскоростной синхронный последовательный интерфейс передачи данных между процессором и периферийными устройствами.

USB – Universal Serial Bus – универсальная последовательная шина.

1.4. Обозначение изделий

Для модулей AFM установлена следующая система обозначений.

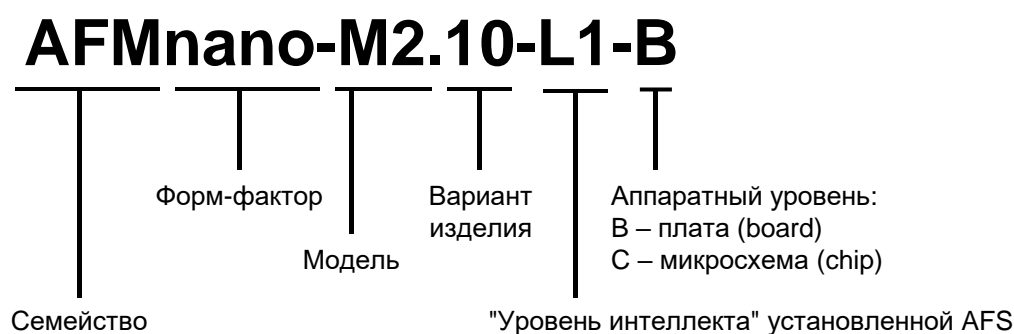


Рисунок 1.1 Система обозначений AFM

2. Возможности модуля AFM EVO-I

Модуль AFM EVO-I предоставляет следующие возможности:

- использование модулей AFMnano типоразмеров DIP32, DIP40 и DIP48, переходников для подключения Форт-машин класса AFMnano в виде микросхемы;
- на плате AFM EVO-I имеются разъёмы подключения терминала и AFM-Link для модулей, не имеющих схемы сопряжения, микросхем Форт-машин, а также для большего удобства работы с набором;
- схема сопряжения с терминалом имеет транслятор логических уровней с возможностью выбора двух напряжений питания (5V и 3.3V);
- питание набора может осуществляться от шины USB или отдельного источника питания 5V;
- на плате AFM EVO-I имеется дополнительный стабилизатор напряжения 3.3V для питания внешних устройств;
- светодиодные индикаторы наличия напряжения питания 5V, 3.3V и включения питания схемы сопряжения с терминалом;
- пять светодиодных индикаторов и пять кнопок, коммутируемые в различных комбинациях на выводы портов ввода-вывода Форт-машины AFMnano;
- кнопка аппаратного сброса Форт-машины;
- разъёмы для прямого подключения внешних устройств и измерительных приборов к выводам Форт-машины AFMnano, сгруппированные по портам ввода-вывода побайтно;
- специализированные разъёмы интерфейсов I2C (SMB) и SPI, имеющие контакты питания внешних устройств;
- гнезда для установки модулей преобразования физического уровня последовательных интерфейсов (RS-232, RS-485, CAN и т.п.);
- разъём USB-B для использования модулями AFMnano, имеющими контроллер шины USB;
- усилители для управления устройствами с повышенной нагрузкой (светодиоды, реле, сервоприводы);
- трехрядный разъём для подключения до 16 стандартных сервоприводов или дискретных устройств с питанием 5V;
- монтажные отверстия и соединитель для установки 10-разрядного цифрового семисегментного жидкокристаллического индикатора с интерфейсом I2C;
- коммутация с помощью перемычек (джамперов) всех цепей интерфейсов ввода-вывода Форт-машины AFMnano;
- выбираемые с помощью перемычек варианты схемы питания.

2.1. Основные характеристики платы AFM EVO-I

Питание от внешнего источника №1 (разъём X1):	5 В ± 5 %, >1 А (рекомендуемое);
питание от шины USB (разъём X2):	5 В ± 5 %, <0.5 А;
встроенный стабилизатор напряжения:	3,3 В, ±1 %, 0.7 А.

Нагрузочная способность усилителей выходов (разъём X14): ± 24 mA (каждый выход).

Диапазон рабочих температур от минус 40 до +85°C.

Габаритные размеры и расположение монтажных отверстий соответствует Еврокарте 100x160 мм.

3. Аппаратная часть

Модуль AFM EVO-I собран на печатной плате с односторонним расположением компонентов. Плата является носителем для модуля AFMnano и обеспечивает все необходимые соединения для подключения внешних устройств, питания и преобразования сигналов.

На рисунке показана блок-схема модуля AFM EVO-I.

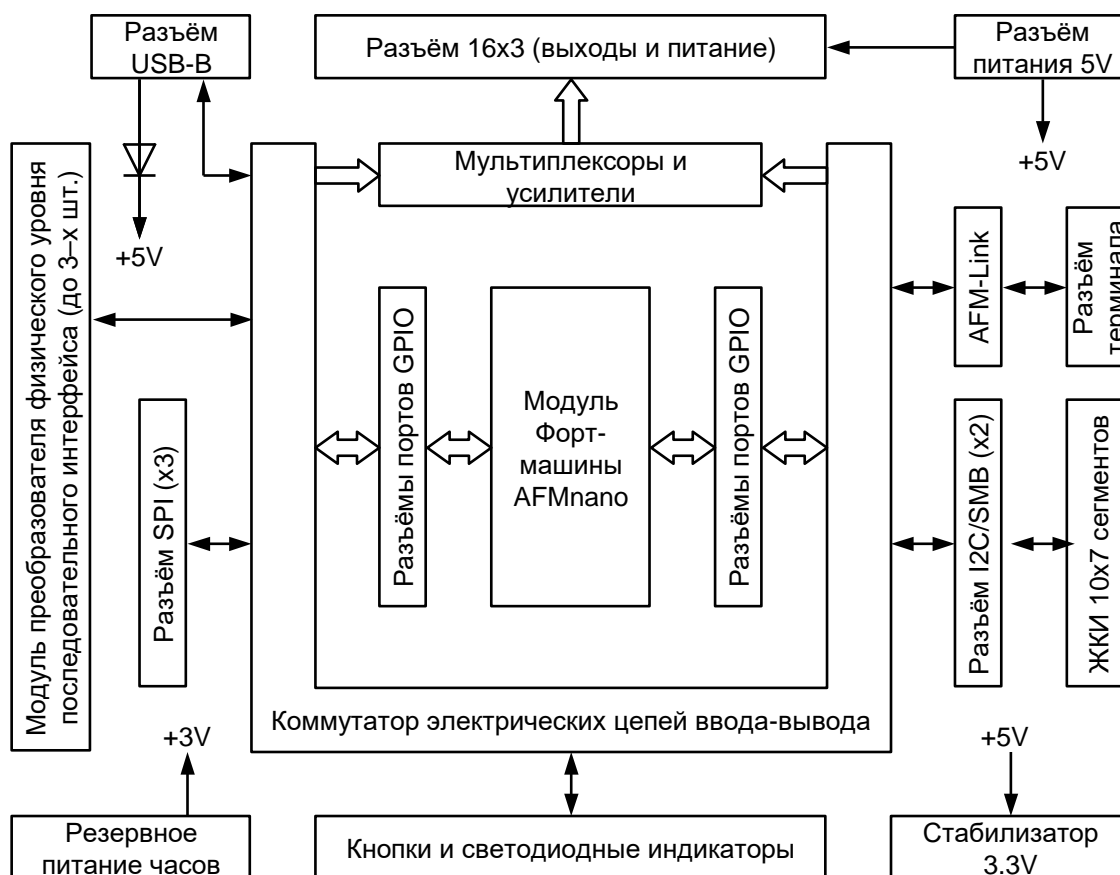


Рисунок 3.1 Блок-схема модуля AFM EVO-I

На следующих рисунках обозначены основные компоненты на плате AFM EVO-I.

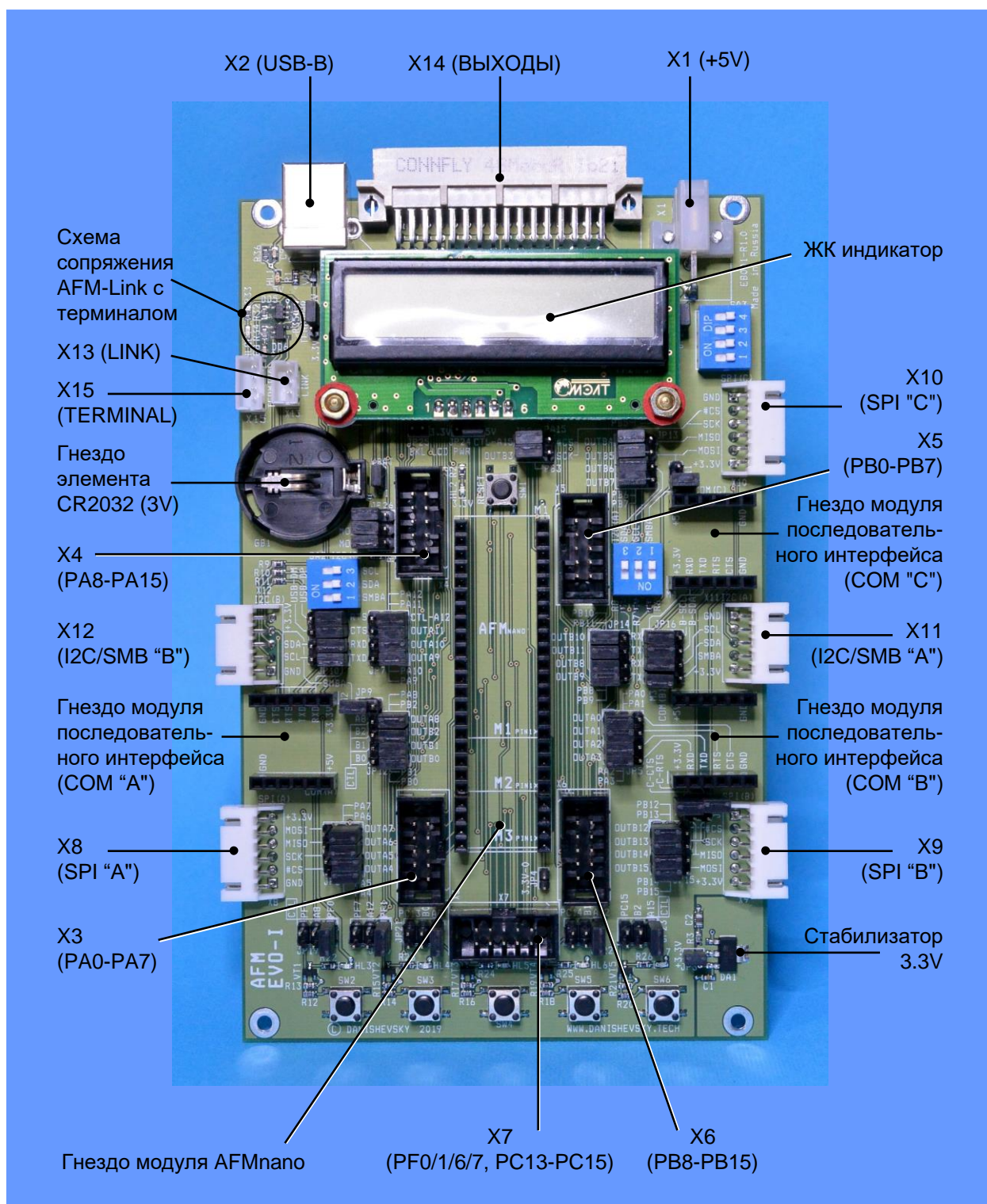


Рисунок 3.2 Основные компоненты платы AFM EVO-I, разъёмы

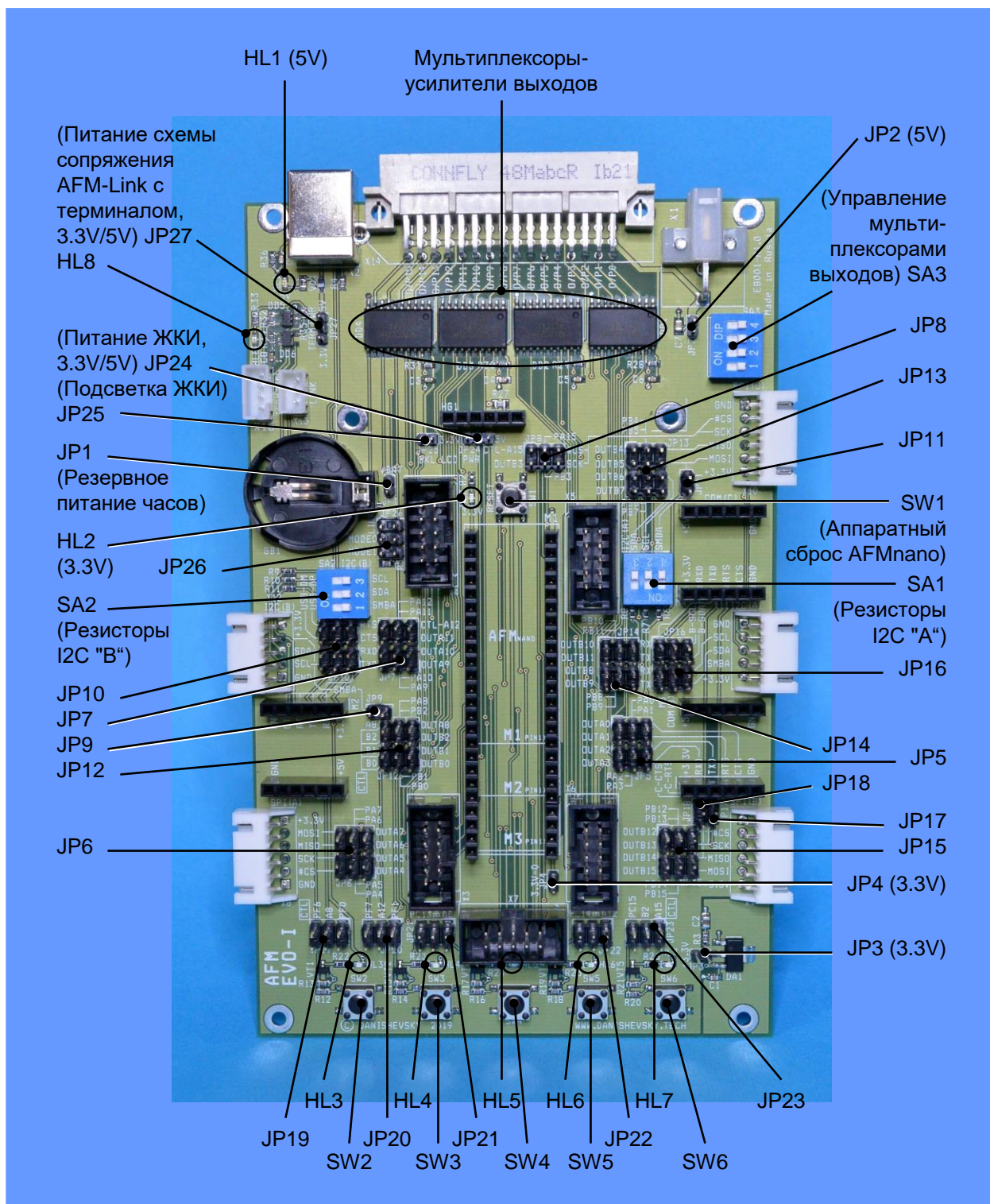


Рисунок 3.3 Компоненты платы AFM EVO-I, коммутация и индикация (ЖКИ снят)

Для удобства эксплуатации на плате AFM EVO-I нанесены схемы соединений и обозначение коммутируемых цепей портов ввода-вывода и интерфейсов.

3.1. Модули AFMnano

Форт-машины на базе однокристальных микроконтроллеров поставляются в виде запрограммированных микросхем, защищенных от считывания и модификации программ AFS. Для удобства разработки прототипов и мелкосерийного производства изделий микросхемы монтируются на печатные платы модулей, на которых могут размещаться дополнительные схемы, устройства коммутации, индикаторы.

На рисунке показана типовая блок-схема модуля AFMnano.

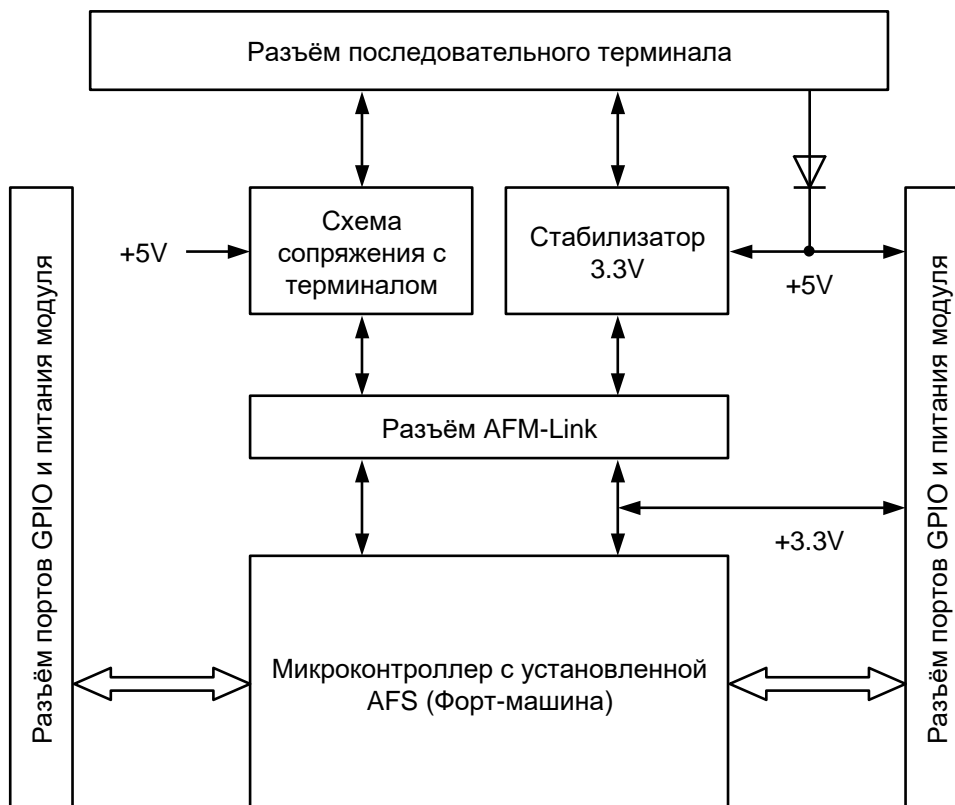


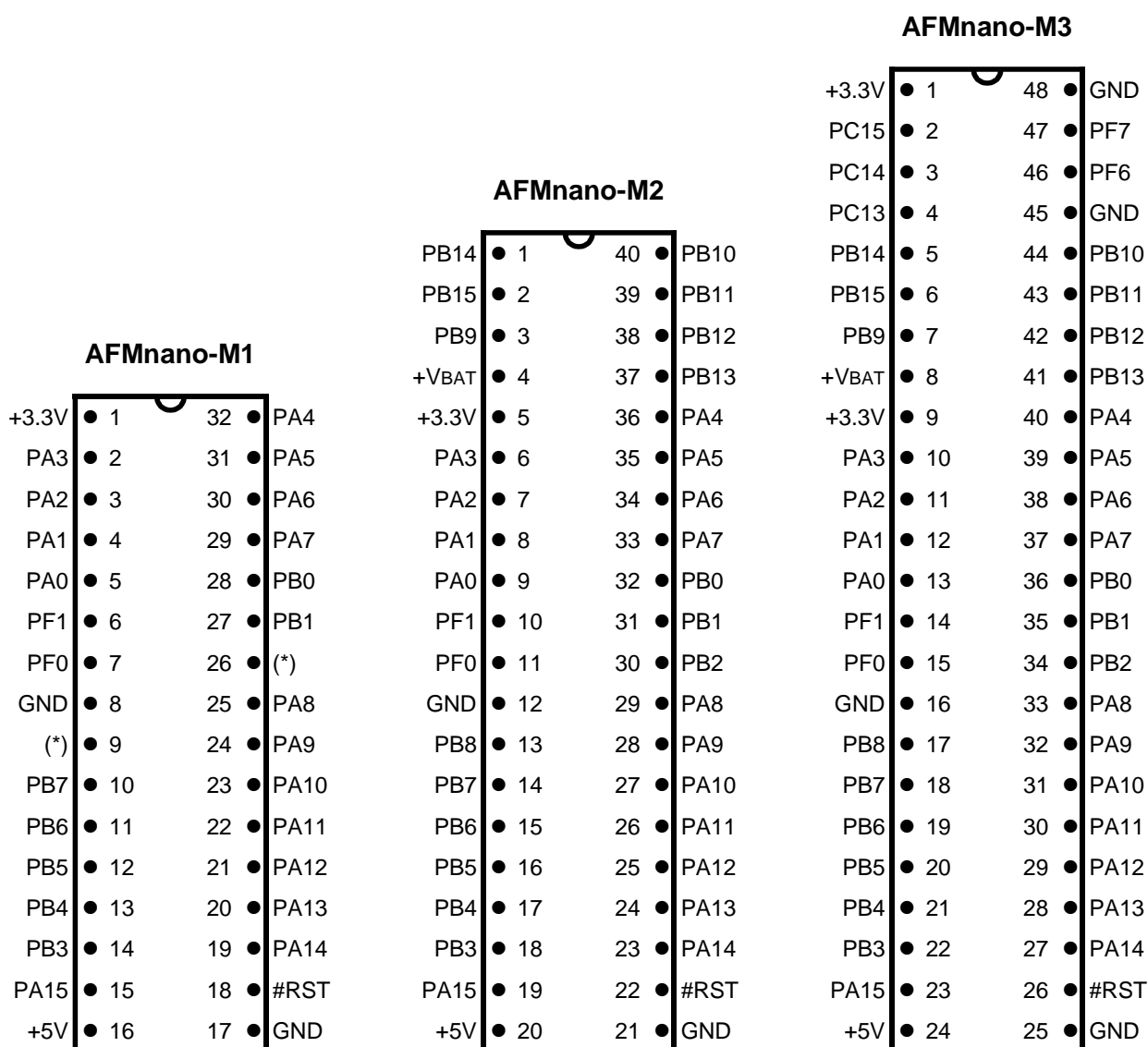
Рисунок 3.4 Блок-схема модуля AFMnano

Модули семейства AFMnano имеют размер корпуса микросхем DIP. В зависимости от типа корпуса используемого микроконтроллера и числа задействованных выводов модули AFMnano имеют 32, 40 или 48 выводов.

Цоколёвка модулей обеспечивает совместимость "снизу вверх" и взаимозаменяемость модулей, выполненных на микроконтроллерах одной серии.

Модуль AFM EVO-I предназначен для использования с модулями AFMnano моделей M1.xx, M2.xx и M3.xx. Для установки модулей всех типов на плате AFM EVO-I используется общее гнездо (см. схему на стр. 45).

Расположение выводов портов ввода-вывода общего назначения (GPIO) для модулей AFMnano приведено на следующем рисунке.



* - КОНТАКТ НЕ ПОДКЛЮЧЕН

Рисунок 3.5 Цоколёвка модулей AFMnano моделей M1.xx, M2.xx и M3.xx

По умолчанию выводы микроконтроллера используются дискретными портами ввода-вывода общего назначения PAx, PBx, PFx, где x – номер дискретной цепи ввода-вывода порта.

Внутренние периферийные устройства микроконтроллера используют те же выводы, коммутируя внутренние соединения с помощью мультиплексоров. Назначение альтернативных функций выводам микроконтроллера (модуля Форт-машины) осуществляется встроенным программным обеспечением AFS. Описание регистров конфигурации и программного интерфейса настройки приведены в справочном руководстве по программированию Форт-машин семейства AFM.

Однотипные микроконтроллеры имеют схожие схемы коммутации цепей ввода-вывода, отличающиеся количеством интегрированных устройств. Схемы расположения выводов устройств для различных конфигураций аппаратуры Форт-машины приводятся в документации на модули AFMnano.

На рисунке показаны возможные альтернативные функции выводов модуля на примере AFMnano-M2.10.

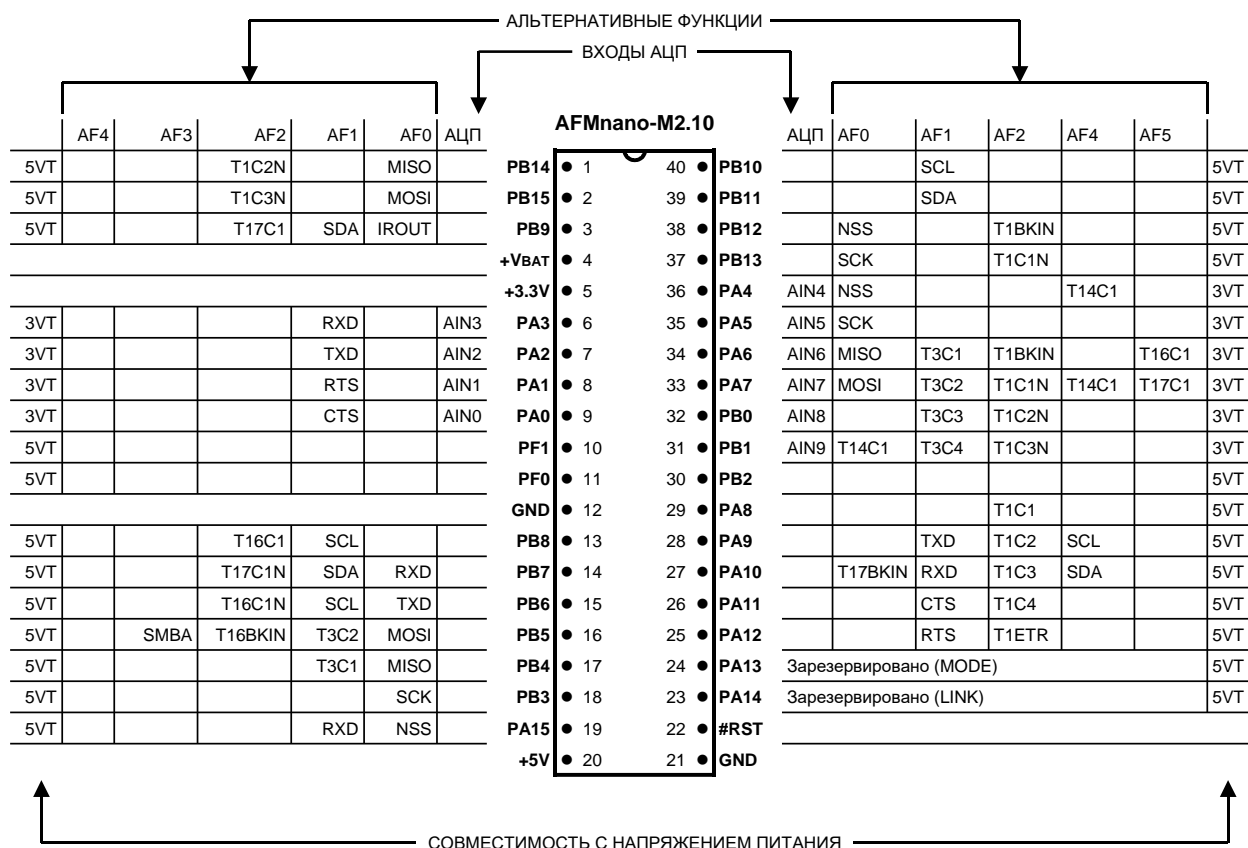


Рисунок 3.6 Альтернативные функции выводов модуля AFMnano-M2.10 (вид сверху)

На рисунке использованы следующие обозначения электрических цепей, подключаемых к выводам микроконтроллера (контактам модуля):

AINx – аналоговые входы мультиплексора АЦП (x – номер канала);

SCL, SDA – цифровые входы/выходы синхронизации и передачи данных интерфейса I²C;

NSS, SCK, MOSI, MISO – цифровые входы и выходы управления, синхронизации и передачи данных интерфейса SPI (обозначение NSS – синоним обозначения #CS);

RTS, CTS, RXD, TXD – цифровые входы и выходы управления и передачи данных асинхронного последовательного устройства ввода-вывода (UART);

T1xx, T3xx, T16xx, T17xx – цифровые входы/выходы таймеров-счетчиков;

PAx, PBx, PFx – цифровые входы/выходы портов ввода-вывода общего назначения (x – номер дискретной цепи);

#RST – вход/выход аппаратного сброса системы (активный уровень низкий);

GND – общий провод питания и сигналов ("земля");

+3.3V – напряжение питания микроконтроллера;

+5V – напряжение питания схемы сопряжения AFM-Link с терминалом и стабилизатора напряжения 3.3V.

Совместимость выводов модуля с напряжением питания внешних схем обозначена:

5VT (5 Volt Tolerant) – для выводов, допускающих подключение к логическим схемам с питанием 5V и 3.3V;

3VT (3 Volt Tolerant) – для выводов, допускающих подключение **только** к логическим схемам с питанием 3.3V.

На плате AFM EVO-I осуществляется дальнейшая коммутация электрических цепей до разъёмов интерфейсов. Коммутатор представляет связанные между собой переключики (джамперы), установка которых определяет электрические соединения между выводами Форт-машины и разъёмами платы AFM EVO-I (см. схему коммутатора на стр. 46).

3.2. Схема сопряжения AFM-Link с терминалом

На плате AFM EVO-I имеется схема сопряжения однопроводного полудуплексного межмашинного интерфейса AFM-Link с дуплексным последовательным интерфейсом терминала. Аналогичная схема имеется на платах модулей AFMnano.

Схема сопряжения на плате модулей AFMnano ориентирована на питание напряжением 5V от подключенного терминального устройства. Это напряжение также используется для питания стабилизатора напряжения 3.3V на плате модуля (см. Рисунок 3.4).

Схема сопряжения на плате модуля AFM EVO-I может работать с напряжением питания 5V и 3.3V и производит трансляцию логических уровней в соответствии с выбранным напряжением питания (см. схему на стр. 50).

Разъёмы терминала и AFM-Link, схема сопряжения, на плате AFM EVO-I могут использоваться для работы с модулями AFMnano, не имеющими этих интерфейсов (или если они отключены на плате модуля AFMnano).

3.3. Модули преобразователей физического уровня последовательных интерфейсов

Плата AFM EVO-I имеет три гнезда для установки специальных модулей преобразователей физического уровня последовательных интерфейсов (см. схему на стр. 51).

Модули преобразуют электрические сигналы с уровнем 3-вольтовой логики от последовательных устройств ввода-вывода Форт-машины в сигналы физического уровня соответствующего интерфейса: RS-232, RS-485, CAN, “токовая петля” и т.д.

В эти же гнезда могут быть установлены более сложные модули с последовательным обменом данными, например, радиочастотные трансиверы, контроллеры Ethernet и т.п.

3.4. Мультиплексоры и усилители выходных сигналов

Нагрузочная способность выходов микроконтроллера Форт-машины ограничена, а логические уровни привязаны к напряжению питания 3.3V, что требует использования дополнительных буферных схем.

На плате AFM EVO-I установлены микросхемы мультиплексоров с мощными выходами, которые усиливают выходные сигналы портов PA и PB модуля AFMnano и коммутируют их в различных комбинациях на контакты разъёма X14. Одновременно производится трансляция логических уровней выходов к 5V.

Выходы портов PA и PB могут быть настроены на использование в качестве дискретных портов, либо как выходы таймеров-счетчиков, что позволяет получить до 16 выходов широтно-импульсной модуляции (ШИМ) с высокой нагрузочной способностью.

Схему мультиплексоров-усилителей см. на стр. 49.

3.5. Шины SPI и I2C (SMB)

Модули AFMnano могут иметь от 1 до 3 независимых контроллеров SPI, 1 или 2 контроллера I2C с поддержкой режимов SMB. Внутри Форт-машины контроллерам присваиваются системные логические номера. Назначение номеров устройств зависит от системных адресов, выделенных регистрам контроллеров.

Хотя выводы интерфейсов SPI и I2C в разных контроллерах направляются, по возможности, на одинаковые выводы портов GPIO, в разных моделях Форт-машин им могут быть присвоены различные системные логические номера.

Чтобы избежать путаницы, в схеме многофункционального модуля AFM EVO-I принято обозначение шин SPI и I2C (SMB), не связанное с системной логической нумерацией устройств.

На плате организовано три шины с интерфейсом SPI: SPI "A", SPI "B", SPI "C"; две шины с интерфейсом I2C (SMB): I2C "A" и I2C "B".

Каждая шина коммутируется со своей группой выводов портов GPIO. Какое именно логическое устройство будет связано с шиной, зависит от внутренней организации используемого в Форт-машине микроконтроллера.

3.6. Светодиодные индикаторы

Светодиодный индикатор HL1 показывает наличие напряжения в цепи питания +5V.

Светодиодный индикатор HL2 показывает наличие напряжения в цепи питания +3.3V.

Светодиодные индикаторы HL3-HL7 предназначены для использования в приложениях. Для управления индикаторами используются дискретные цепи портов ввода-вывода модуля AFMnano. Для удобства конфигурирования предусмотрены переключки JP19-JP23, коммутирующие электрические цепи ввода-вывода на светодиоды в различных комбинациях (см. стр. 35).

Светодиодный индикатор HL8 показывает наличие напряжения питания схемы сопряжения AFM-Link с терминалом.

3.7. Кнопки

Кнопка SW1 предназначена для аппаратного сброса Форт-машины.

Кнопки SW2-SW6 используются в приложениях совместно с индикаторами HL3-HL7. Для считывания состояния кнопок используются дискретные цепи портов ввода-вывода модуля AFMnano. Для удобства конфигурирования предусмотрены переключки JP19-JP23, коммутирующие электрические цепи ввода-вывода на кнопки в различных комбинациях (см. стр. 35).

Схема подключения выполнена таким образом, что для получения состояния кнопки или управления светодиодом используется одна дискретная линия ввода-вывода. Состояние кнопки также индицируется соответствующим светодиодом (см. схему на стр. 48).

3.8. Цифровой семисегментный жидкокристаллический индикатор (ЖКИ)

На плате AFM EVO-I имеется разъём и крепежные отверстия для установки цифрового семисегментного ЖКИ с интерфейсом I2C. Возможны варианты комплектации индикаторами с различным напряжением питания (3.3V или 5V), с подсветкой или без нее.

Индикатор подключается к шине I2C "А", напряжение питания и включение подсветки устанавливаются переключками (см. схему на стр. 50).

При поставке модуля AFM EVO-I в составе набора, включающего индикатор, ЖКИ смонтирован на плате и все установки произведены в соответствии с используемым типом индикатора.

3.9. Разъёмы

3.9.1. Разъём X1 - питание 5V

Разъём X1 используется для подключения мощного источника питания напряжением 5V. От этого источника осуществляется питание усилителей выходов и подключенной к ним нагрузки (разъём X14) – реле, сервоприводов и т.п., а также подсветки ЖКИ.

По умолчанию, питание остальных схем (модуля AFMnano, преобразователей уровня) осуществляется от напряжения 5V разъема USB. В случае необходимости все схемы могут быть запитаны только от одного из источников.

На рисунке показано расположение и назначение контактов разъема X1.

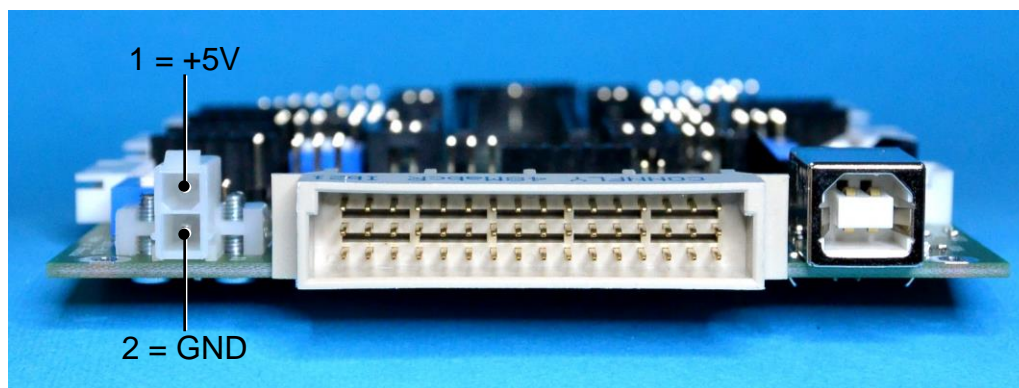


Рисунок 3.7 Контакты разъёма X1 – питание 5V

3.9.2. Разъём X2 – USB тип B

Разъём X2 – стандартная розетка USB типа B. Используется для подачи напряжения питания 5V от интерфейса USB персонального компьютера или источника питания.

По умолчанию плата AFM EVO-I использует этот источник напряжения 5V для питания модуля AFMnano, стабилизатора 3.3V и других схем (кроме усилителей выхода и подсветки ЖКИ).

При использовании модулей AFMnano, имеющих интерфейс USB, возможна коммутация соответствующих цепей ввода-вывода на контакты разъёма X2.

3.9.3. Разъёмы X3 и X4 – выводы порта PA

Контакты разъёмов X3 и X4 напрямую соединены с дискретными линиями порта ввода-вывода PA модуля AFMnano. Разъёмы также имеют контакты цепей питания +3.3V и "земли" (GND) для подключения различных внешних устройств с помощью плоского кабеля.

На рисунках показано расположение и назначение контактов разъёмов.

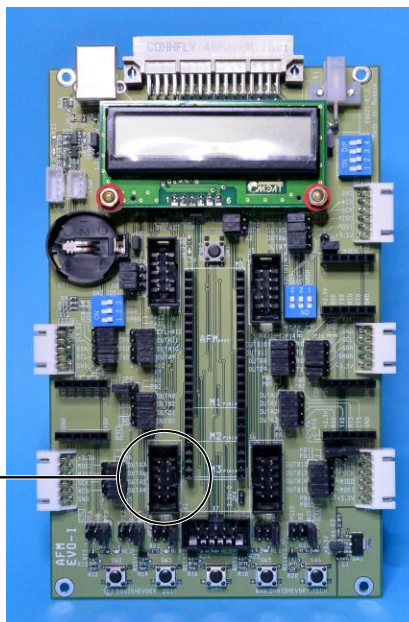
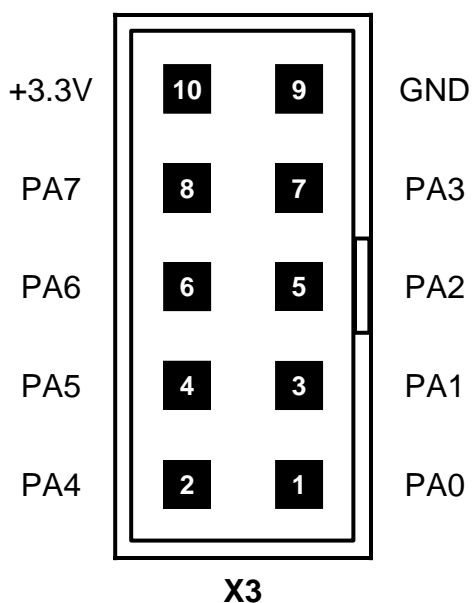


Рисунок 3.8 Контакты разъёма X3 – порт PA[7:0]

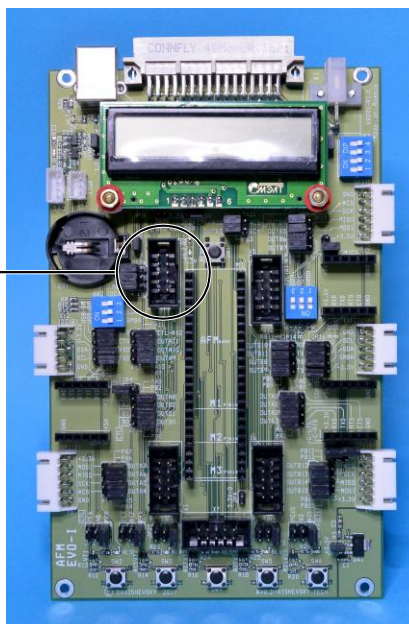
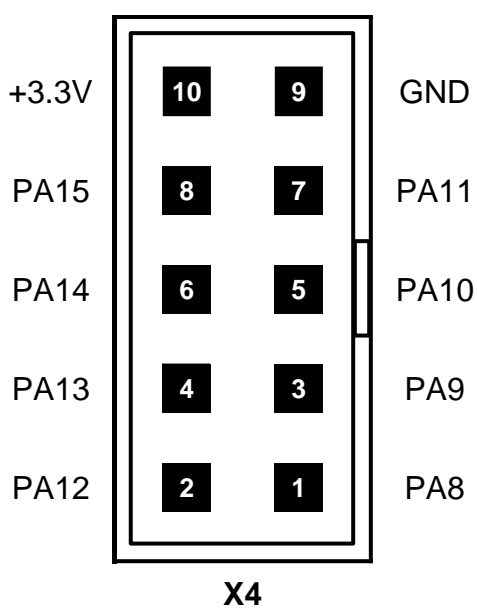


Рисунок 3.9 Контакты разъёма X4 – порт PA[15:8]

3.9.4. Разъёмы X5 и X6 – выводы порта PB

Контакты разъёмов X5 и X6 напрямую соединены с дискретными линиями порта ввода-вывода PB модуля AFMnano. Разъёмы также имеют контакты цепей питания +3.3V и “земли” (GND) для подключения различных внешних устройств с помощью плоского кабеля.

На рисунках показано расположение и назначение контактов разъёмов.

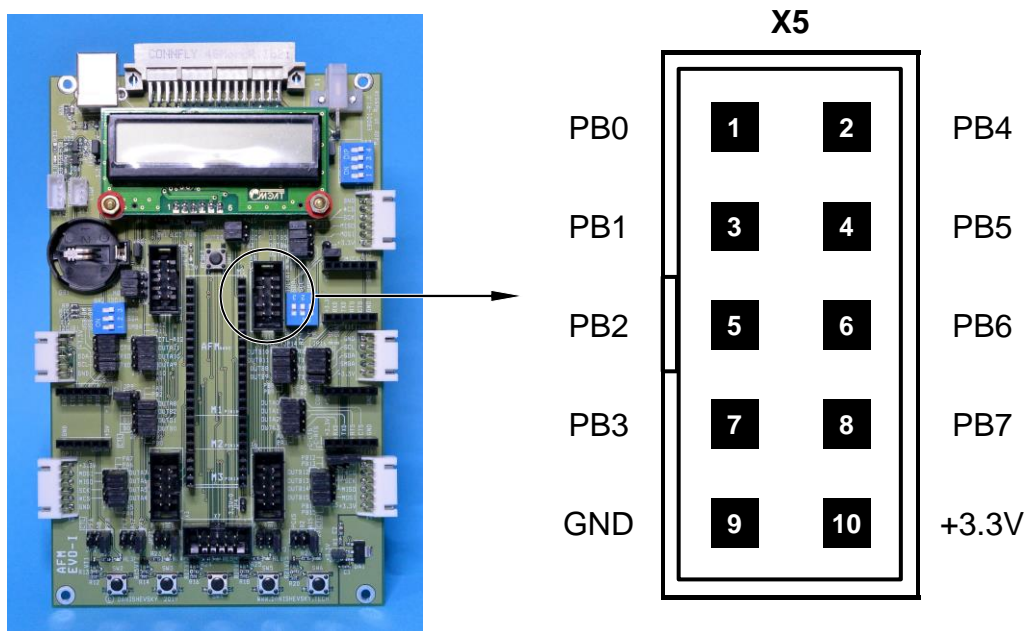


Рисунок 3.10 Контакты разъёма X5 – порт PB[7:0]

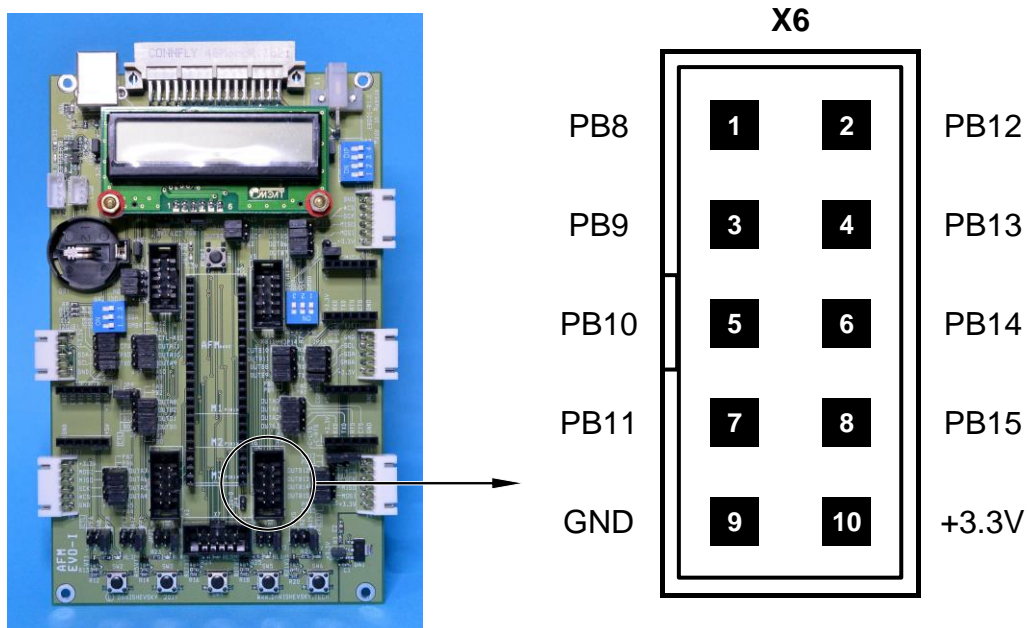


Рисунок 3.11 Контакты разъёма X6 – порт PB[15:8]

3.9.5. Разъём X7 – выводы порта PC и порта PF

Контакты разъёма X7 напрямую соединены с дискретными линиями портов ввода-вывода PC и PF модуля AFMnano. Разъём также имеет контакты цепей питания +3.3V и “земли” (GND) для подключения различных внешних устройств с помощью плоского кабеля.

На рисунке показано расположение и назначение контактов разъёма.

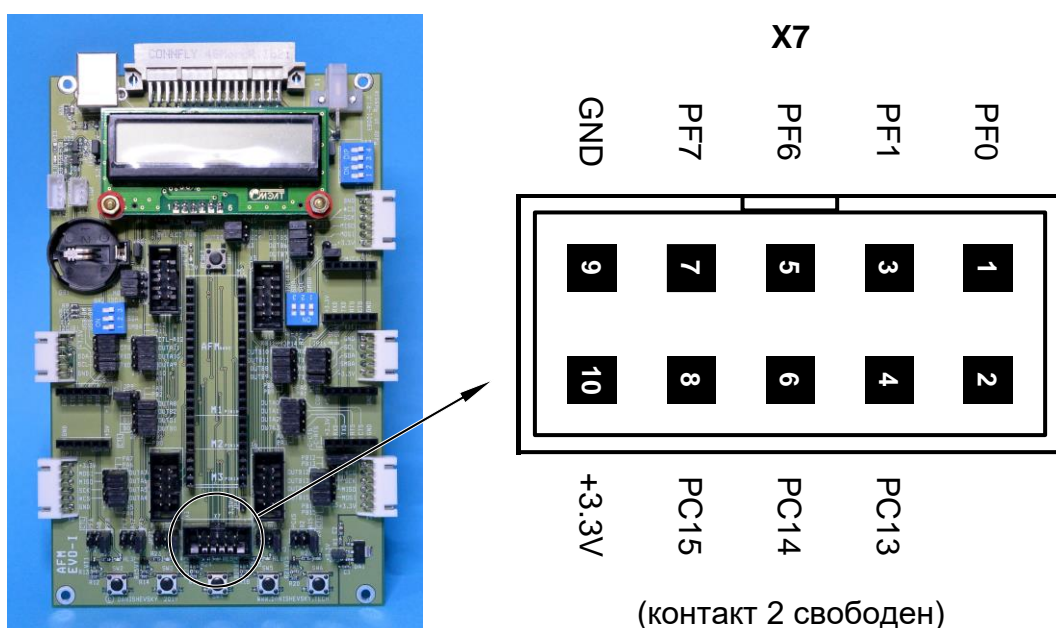


Рисунок 3.12 Контакты разъёма X7 – порт PC[15:13], порт PF[7,6,1,0]

3.9.6. Разъёмы X8, X9, X10 – шины SPI

На разъём X8 коммутируются электрические цепи шины SPI "A", на разъём X9 коммутируется шина SPI "B", на разъём X10 – шина SPI "C".

Для всех шин SPI используются однотипные разъёмы с одинаковым назначением контактов. Разъёмы также имеют контакты цепей +3.3V и “земли” (GND) для питания подключенных внешних устройств.

В таблице приведено описание электрических цепей шины SPI.

Таблица 3.1 Электрические цепи шины SPI

Контакт	Цепь	Описание
1	GND	"Земля", общий провод питания и сигналов
2	#CS	Chip Select – выбор микросхемы, активный логический уровень низкий. Выход для ведущего устройства, вход для ведомого устройства. Определяет микросхему на шине SPI, к которой производится обращение для обмена данными. Соответствует цепи NSS в документации на микроконтроллеры и в электрических схемах.
3	SCK	Serial Clock – синхронизация последовательных данных. Выход для ведущего устройства, вход для ведомого устройства.
4	MISO	Master Input, Slave Output – последовательно передаваемые данные от ведомого к ведущему. Вход для ведущего устройства, выход для ведомого устройства.
5	MOSI	Master Output, Slave Input – последовательно передаваемые данные от ведущего к ведомому. Выход для ведущего устройства, вход для ведомого устройства.
6	+3.3V	Напряжение питания 3.3V

На рисунке показано расположение и назначение контактов разъёмов.

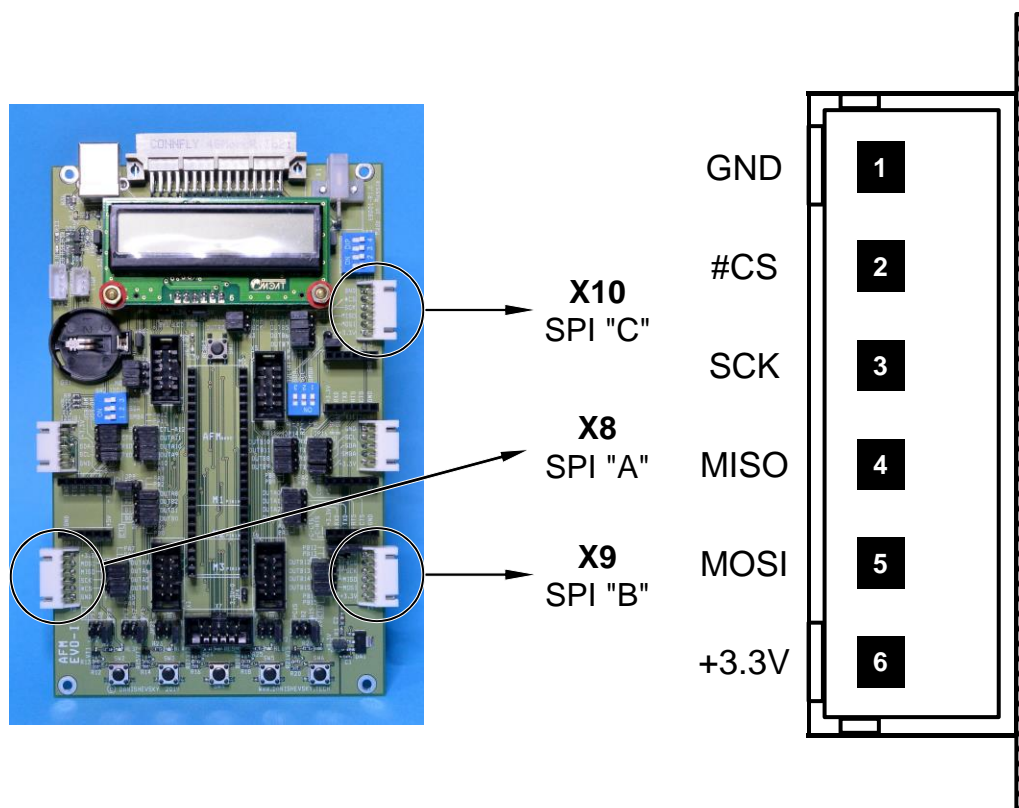


Рисунок 3.13 Разъёмы X8, X9, X10 – шины SPI

3.9.7. Разъёмы X11, X12 – шины I2C (SMB)

На разъём X11 коммутируются электрические цепи шины I2C "A", на разъём X12 коммутируется шина I2C "B". Обе шины могут быть использованы как SMB.

Для всех шин I2C (SMB) используются однотипные разъёмы с одинаковым назначением контактов. Разъёмы также имеют контакты цепей +3.3V и "земли" (GND) для питания подключенных внешних устройств.

В таблице приведено описание электрических цепей шины I2C (SMB).

Таблица 3.2 Электрические цепи шины I2C (SMB)

Номер	Цепь	Описание
1	GND	"Земля", общий провод питания и сигналов
2	SCL	Serial Clock – синхронизация последовательных данных. Двухнаправленная цепь с подтягивающим к верхнему уровню резистором.
3	SDA	Serial Data – последовательно передаваемые данные. Двухнаправленная цепь с подтягивающим к верхнему уровню резистором.
4	SMBA	SMB Alert – сигнализация шины SMB. Двухнаправленная цепь с подтягивающим к верхнему уровню резистором.
5	+3.3V	Напряжение питания 3.3V

На рисунке показано расположение и назначение контактов разъёмов.

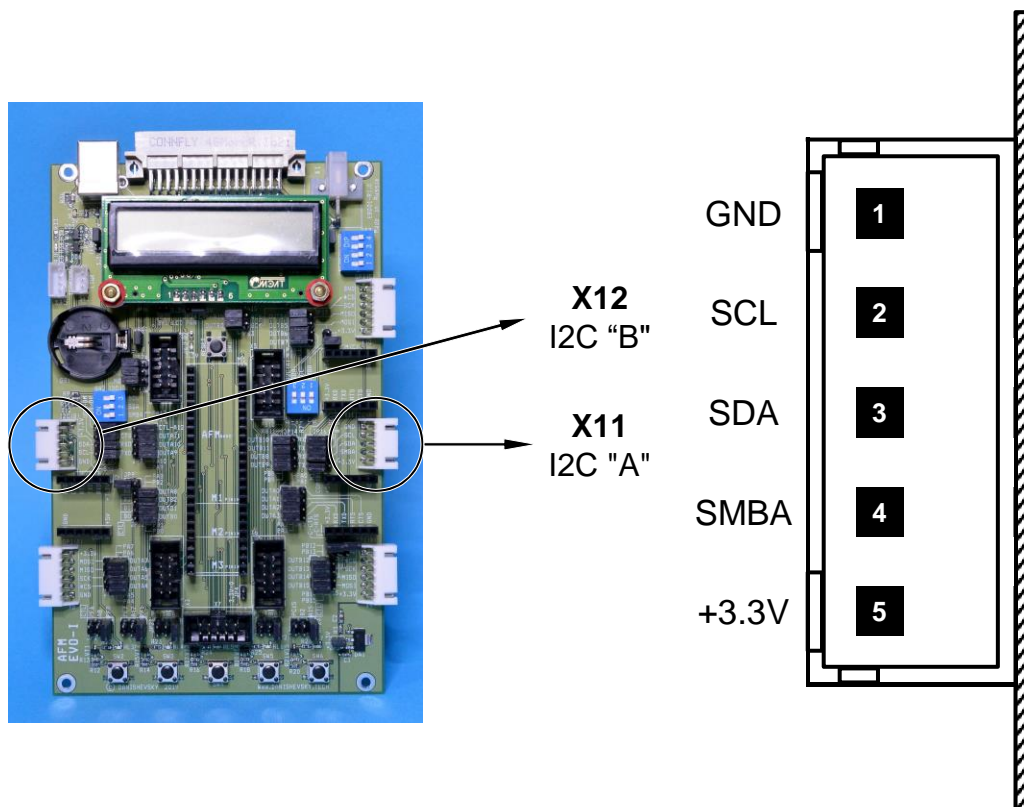


Рисунок 3.14 Разъёмы X11, X12 – шины I2C (SMB)

3.9.8. Разъём X13 – интерфейс межмашинного обмена AFM-Link

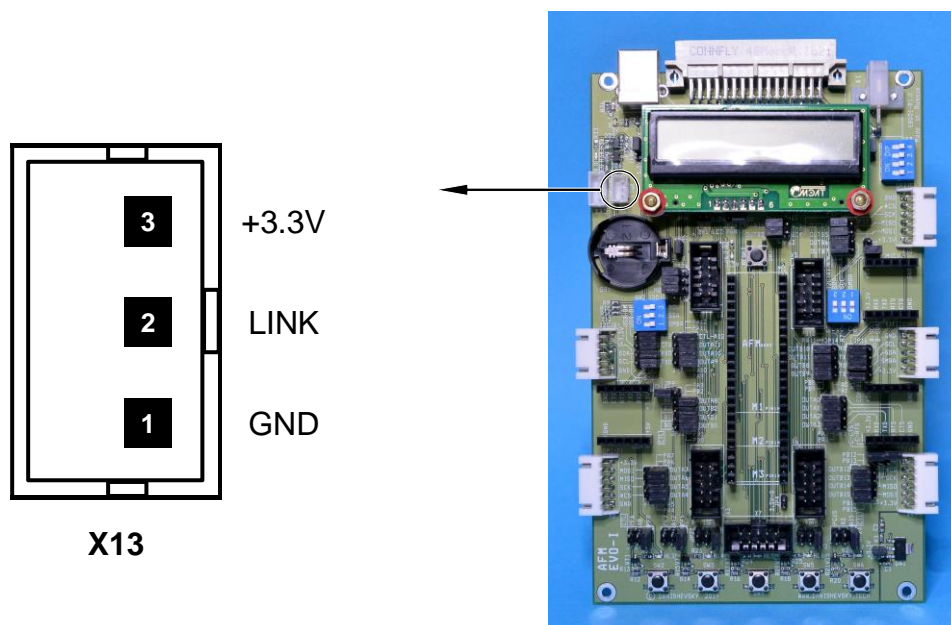
Разъём X13 (LINK) предназначен для подключения модуля AFMnano к интерфейсу межмашинного обмена данными AFM-Link.

Описание электрических цепей интерфейса приведено в таблице.

Таблица 3.3 Электрические цепи интерфейса AFM-Link

Номер	Цепь	Описание
1	GND	"Земля", общий провод питания и сигналов
2	LINK	Данные полудуплексного асинхронного последовательного интерфейса. Двухнаправленная цепь с подтягивающим к верхнему уровню резистором.
3	+3.3V	Напряжение питания 3.3V

На рисунке показано расположение и назначение контактов разъёма.

**Рисунок 3.15 Разъём X13 – интерфейс AFM-Link**

3.9.9. Разъём X14 – выходы и питание нагрузки 5V

Трёхрядный разъём X14 позволяет подключить до 16 устройств с повышенной нагрузкой. На контакты разъёма выведены выходы мультиплексов, цепи питания +5V от разъёма X1 и "земли" (GND). Расположение контактов соответствует разъёмам стандартных сервоприводов с управлением ШИМ.

Описание электрических цепей разъёма приведено в таблице.

Таблица 3.4 Электрические цепи разъёма X14

Ряд	Контакт	Цепь	Описание
A	1-16	GND	"Земля", общий провод питания и сигналов
B	1-16	+5V	Напряжение питания 5V от разъёма X1
C	1	PWM/OUT15	Выходы мультиплексов-усилителей
	2	PWM/OUT14	
	3	PWM/OUT13	
	4	PWM/OUT12	
	5	PWM/OUT11	
	6	PWM/OUT10	
	7	PWM/OUT9	
	8	PWM/OUT8	
	9	PWM/OUT7	
	10	PWM/OUT6	
	11	PWM/OUT5	
	12	PWM/OUT4	
	13	PWM/OUT3	
	14	PWM/OUT2	
	15	PWM/OUT1	
	16	PWM/OUT0	

На рисунке показано расположение контактов разъёма X14.

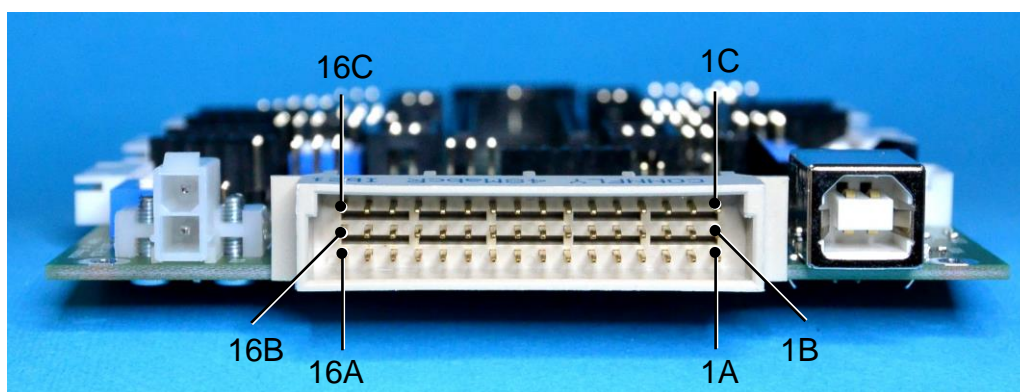


Рисунок 3.16 Контакты разъёма X14 – выходы и питание нагрузки 5V

3.9.10. Разъём X15 – подключение последовательного терминала

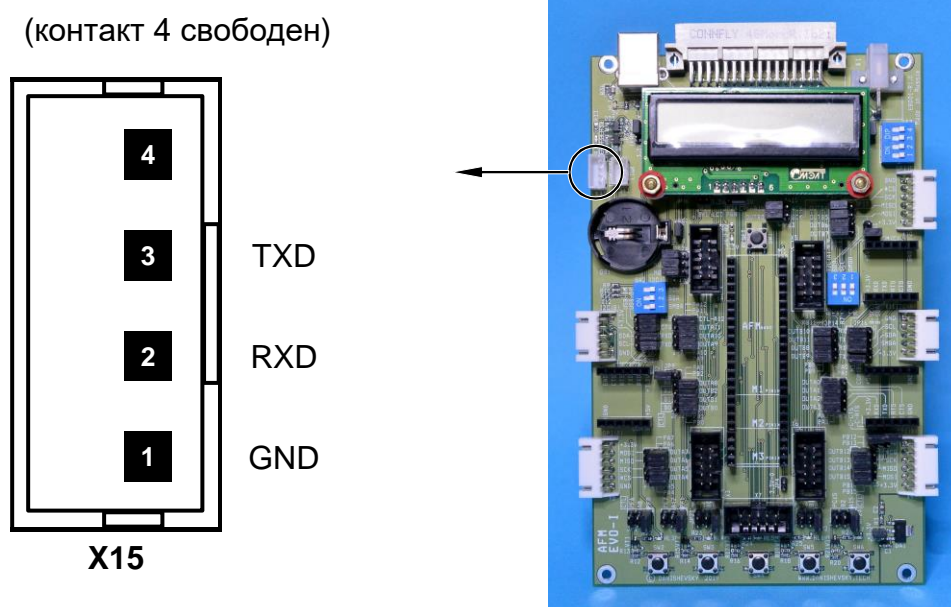
Разъём X15 (TERMINAL) предназначен для подключения последовательного терминала.

Описание электрических цепей разъёма приведено в таблице.

Таблица 3.5 Электрические цепи разъёма подключения терминала

Номер	Цепь	Описание
1	GND	"Земля", общий провод питания и сигналов
2	RXD	Вход принимаемых данных последовательного асинхронного канала связи с терминалом
3	TXD	Выход передаваемых данных последовательного асинхронного канала связи с терминалом
4		Не используется

На рисунке показано расположение контактов разъёма X15.

**Рисунок 3.17 Разъём X15 – подключение терминала**

3.10. Перемычки (джамперы)

3.10.1. Перемычка JP1 – резервное питание часов

Модули AFMnano, имеющие встроенные часы и календарь, могут сохранять время и дату при выключенном основном питании, используя в качестве резервного источника литиевый элемент с напряжением 3V (в комплект поставки не входит).

Перемычка JP1 используется для подключения или разрыва цепи резервного питания часов. Литиевый элемент типа CR2032 устанавливается в держатель (см. Рисунок 3.2).

3.10.2. Перемычка JP2 – объединение цепей питания 5V

Перемычка JP2 позволяет замкнуть цепи питания от источника 5V, подключенного к разъему X1, и поступающего от USB или терминала (разъем X2 или подключение к терминалу на плате модуля AFMnano). Объединение цепей питания позволяет использовать только один источник, при условии соблюдения ограничений по нагрузке.

При одновременно подключенных источниках к разъему X1, USB и установленной перемычке JP2 питание от USB блокируется диодом (см. схему на стр. 45).

3.10.3. Перемычки JP3 и JP4 – выбор источника питания 3.3V

Питание микроконтроллера модуля AFMnano осуществляется от имеющегося на плате модуля стабилизатора напряжения 3.3V. Плата AFM EVO-I имеет собственный стабилизатор напряжения 3.3V. Использование независимых источников позволяет уменьшить влияние различных устройств друг на друга и повысить качество работы, например, уменьшив помехи АЦП.

В случае необходимости возможно отключение одного из стабилизаторов.

Перемычка JP3 подключает выход стабилизатора на плате AFM EVO-I к общей цепи питания +3.3V платы. Перемычка JP4 подключает выводы питания 3.3V модуля AFMnano к общей цепи питания +3.3V платы AFM EVO-I.

3.10.4. Перемычки JP5-JP18 – коммутатор цепей ввода-вывода

Перемычки от JP5 по JP18 включительно формируют коммутатор электрических цепей от портов ввода-вывода модуля AFMnano до разъёмов внешних подключений на плате AFM EVO-I.

Дискретные линии портов ввода-вывода объединены в группы. Для каждой группы имеется один или два блока перемычек, которые обеспечивают коммутацию электрических цепей в следующих направлениях:

- от порта ввода-вывода к мультиплексорам-усилителям выходных сигналов;
- от порта ввода-вывода к гнезду преобразователя последовательного интерфейса;
- от порта ввода-вывода к разъёмам последовательных шин;
- от порта ввода-вывода к кнопкам и светодиодам.

На рисунке показан пример коммутации цепей для линий ввода-вывода PA8 и PA9.

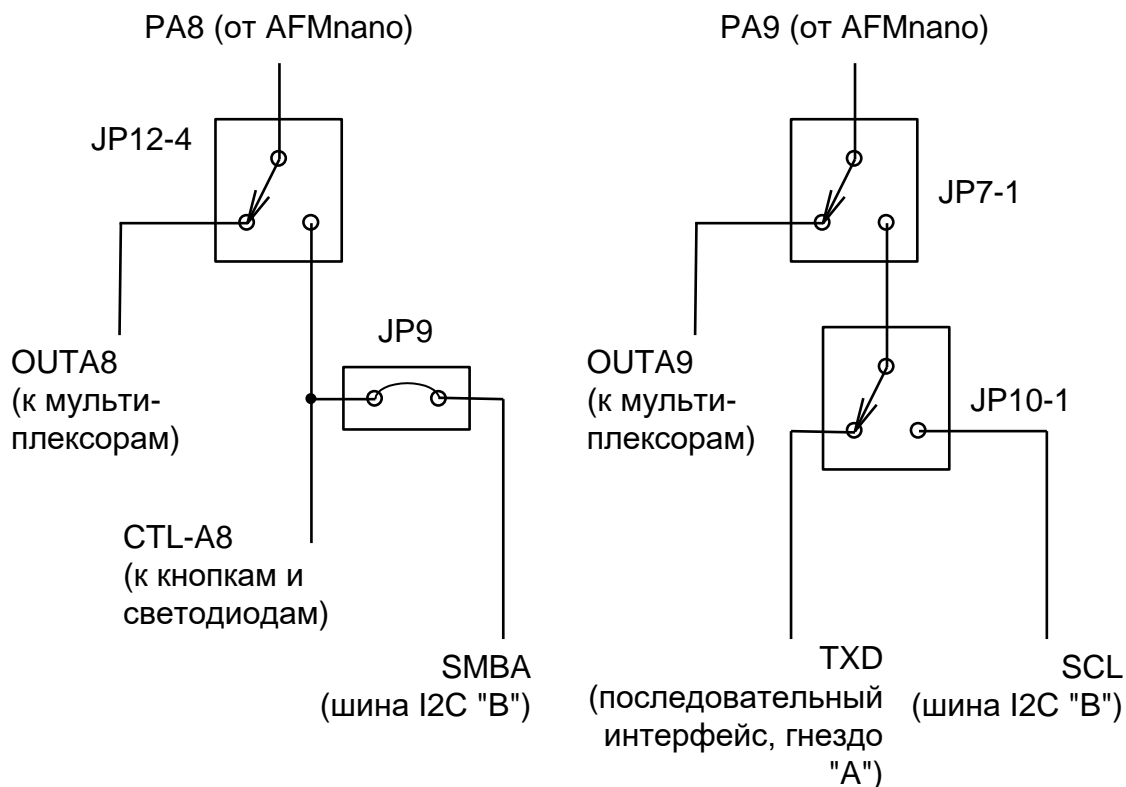


Рисунок 3.18 Коммутация цепей ввода-вывода

Основные варианты коммутации цепей ввода-вывода рассмотрены далее. Полную схему коммутатора см. на стр. 46.

3.10.4.1 Блок перемычек JP5 – коммутация PA[3:0]

Блок перемычек JP5 коммутирует линии ввода-вывода PA[3:0], как показано на рисунке.

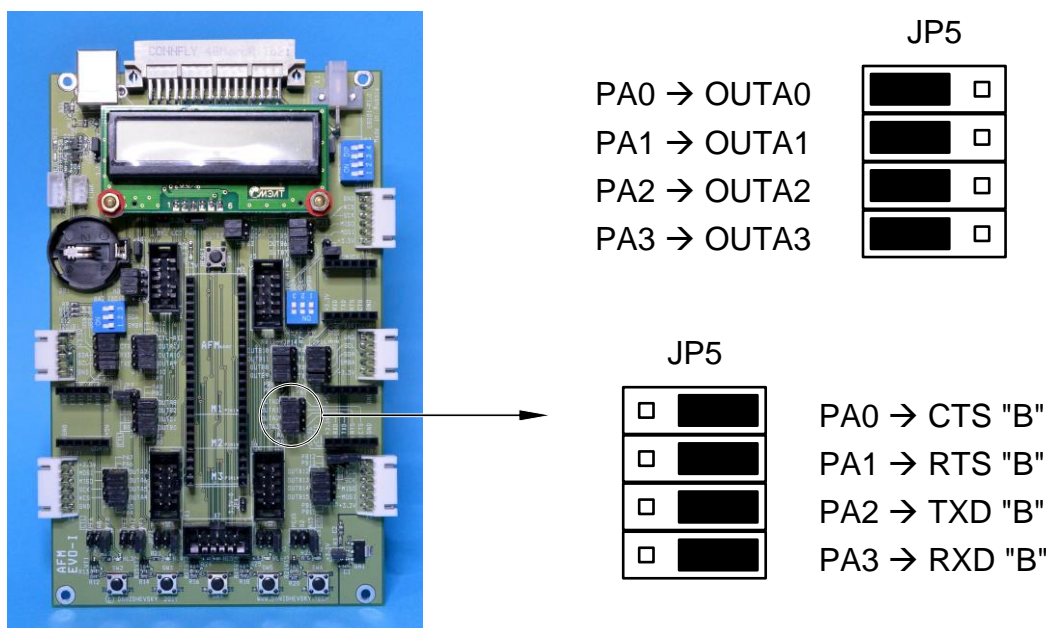


Рисунок 3.19 Блок перемычек JP5

Цепи OUTA3-OUTA0 подключены к входам мультиплексов-усилителей (см. далее), цепи CTS, RTS, TXD и RXD – к гнезду "B" преобразователя физического уровня последовательного интерфейса.

3.10.4.2 Блок перемычек JP6 – коммутация PA[7:4]

Блок перемычек JP6 коммутирует линии ввода-вывода PA[7:4], как показано на рисунке.

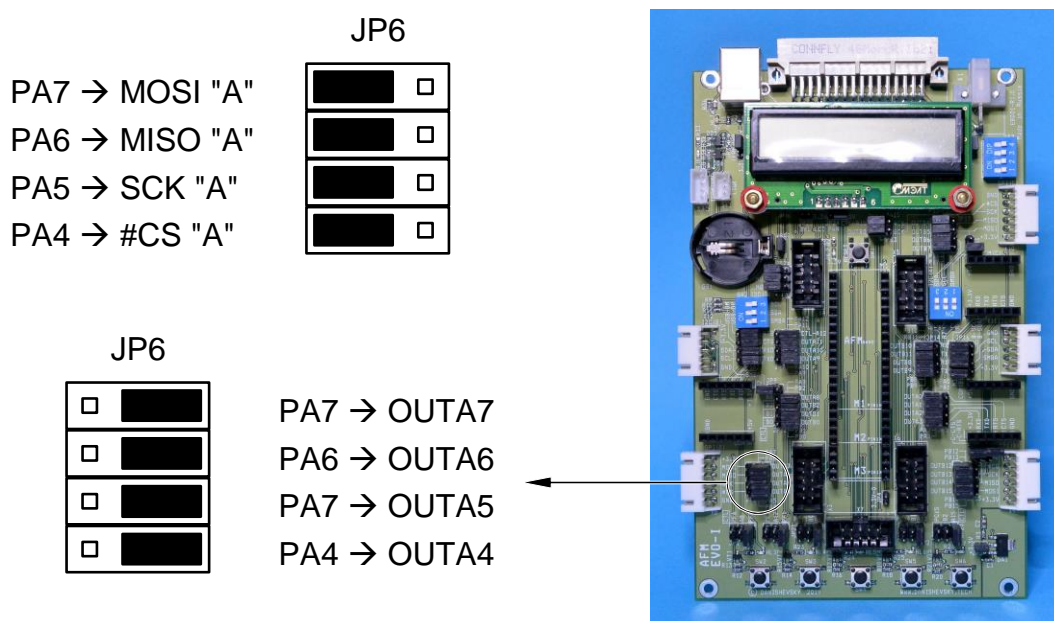


Рисунок 3.20 Блок перемычек JP6

Цепи OUTA7-OUTA4 подключены к входам мультиплексоров-усилителей (см. далее), цепи MOSI, MISO, SCK и #CS шины SPI "A" – к разъёму X8.

3.10.4.3 Блок перемычек JP7/JP10 – коммутация PA[12:9]

Блок перемычек JP7/JP10 коммутирует линии ввода-вывода PA[12:9], как показано на рисунке.

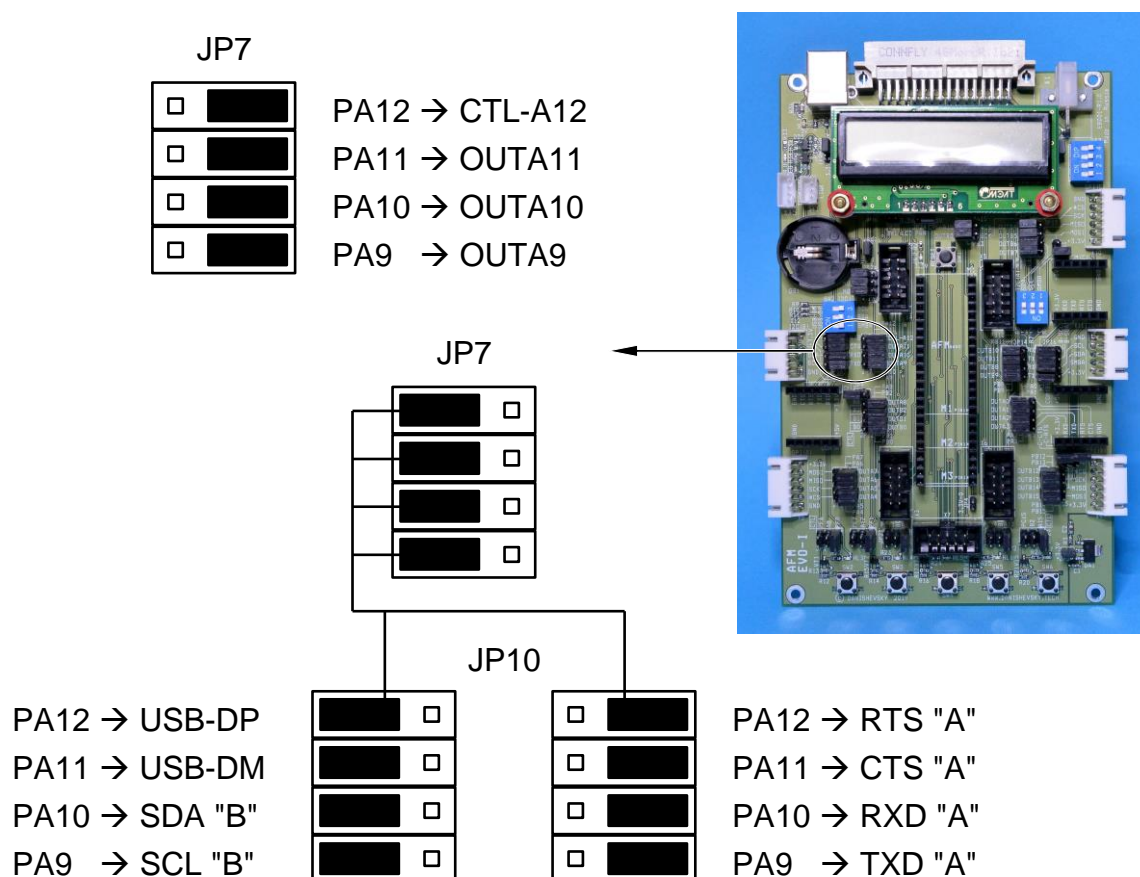


Рисунок 3.21 Блок перемычек JP7/JP10

Цепи OUTA11-OUTA9 подключены к входам мультиплексоров-усилителей (см. далее); цепь CTL-A1 – к перемычкам JP20 и JP22 для подключения к кнопке и светодиоду (см. далее);

цепи USB-DP и USB-DM – к разъёму USB X2; цепи SDA и SCL шины I2C "B" – к разъёму X12;

цепи CTS, RTS, TXD и RXD – к гнезду "A" преобразователя физического уровня последовательного интерфейса.

3.10.4.4 Блок перемычек JP8 – коммутация PA15 и PB3

Блок перемычек JP8 коммутирует линии ввода-вывода PA15 и PB3, как показано на рисунке.

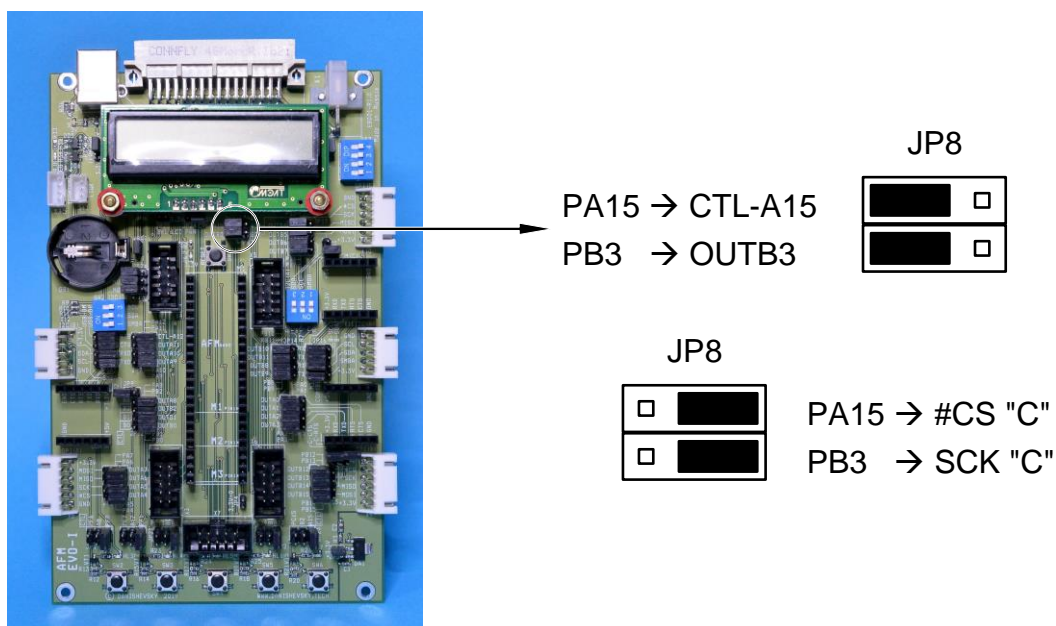


Рисунок 3.22 Блок перемычек JP8

Цепь OUTB3 подключены к входам мультиплексоров-усилителей (см. далее); цепь CTL-A15 – к перемычке JP23 для подключения к кнопке и светодиоду (см. далее); цепи SCK и #CS шины SPI "C" – к разъёму X10.

3.10.4.5 Блок перемычек JP9/JP12 – коммутация PA8 и PB[2:0]

Блок перемычек JP9/JP12 коммутирует линии ввода-вывода PA8 и PB[2:0], как показано на рисунке.

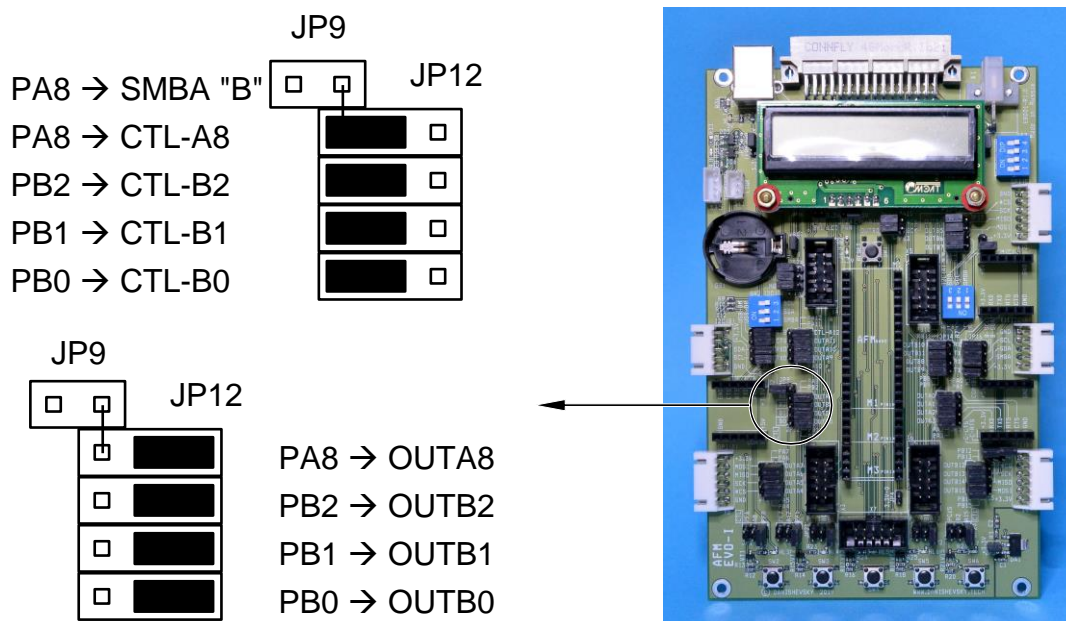


Рисунок 3.23 Блок перемычек JP9/JP12

Цепи OUTB2-OUTB0 и OUTA8 подключены к входам мультиплексоров-усилителей (см. далее);

цепи CTL-B2 - CTL-B0 и CTL-A8 – к переключкам JP19 и JP21-JP23 для подключения к кнопке и светодиоде (см. далее);

цепь SMBA шины I2C "B" – к разъёму X12 (при установленной переключке JP9).

3.10.4.6 Блок переключек JP11/JP13 – коммутация PB[7:4]

Блок переключек JP11/JP13 коммутирует линии ввода-вывода PB[7:4], как показано на рисунке.

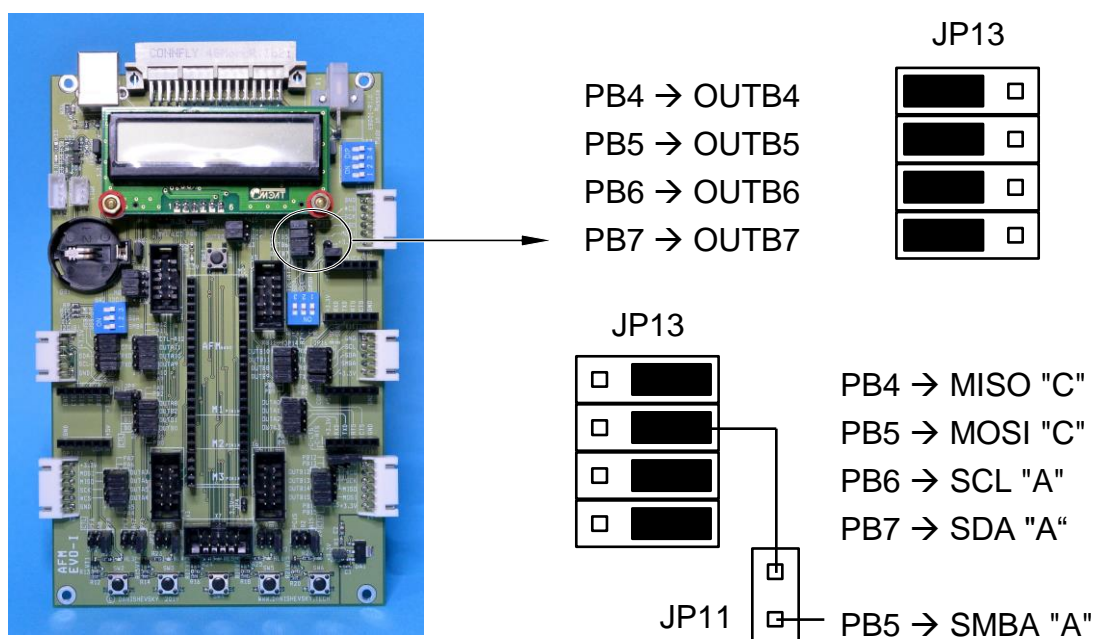


Рисунок 3.24 Блок переключек JP11/JP13

Цепи OUTB7-OUTB4 подключены к входам мультиплексоров-усилителей (см. далее);

цепи MISO и MOSI шины SPI "C" – к разъёму X10;

цепи SCL, SDA и SMBA (при установленной переключке JP11) шины I2C "A" – к разъёму X11.

3.10.4.7 Блок переключателей JP14/JP16 – коммутация PB[11:8]

Блок переключателей JP14/JP16 коммутирует линии ввода-вывода PB[11:8], как показано на рисунке.

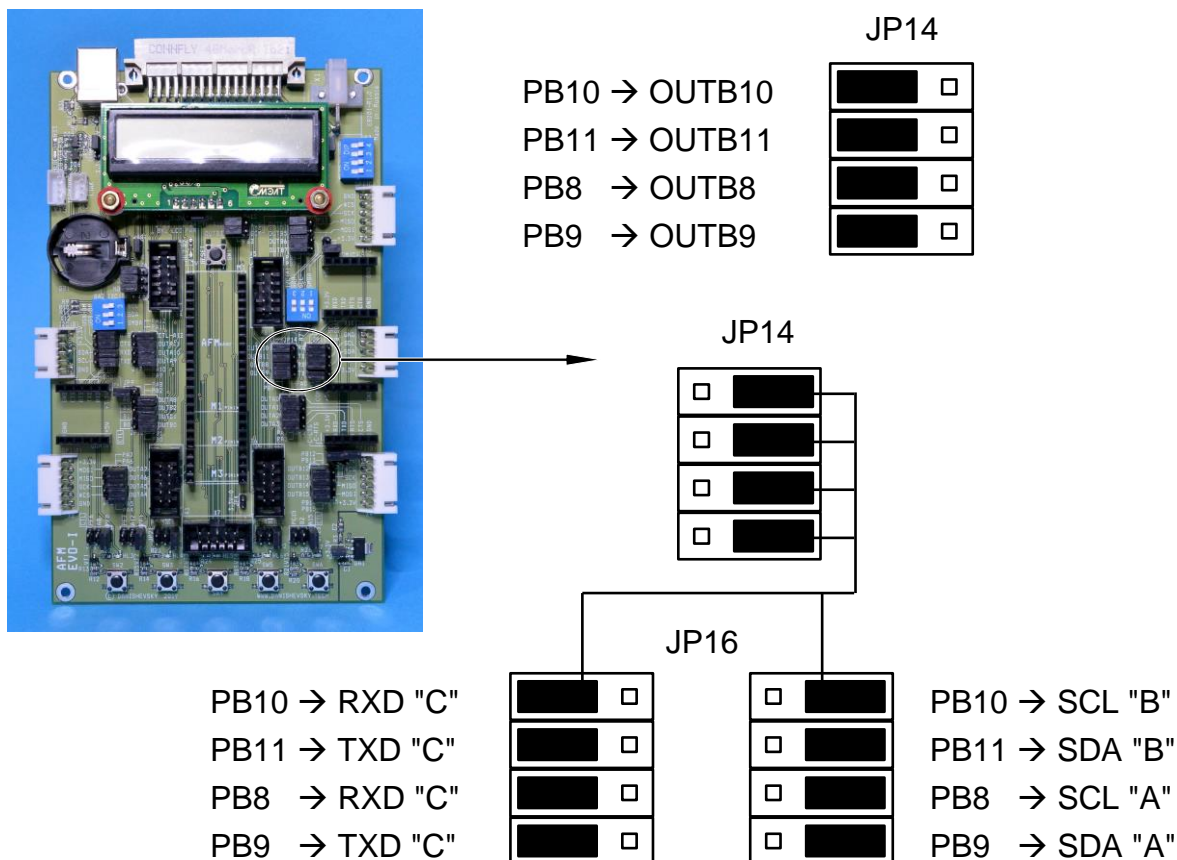


Рисунок 3.25 Блок переключателей JP14/JP16

Цепи OUTB11-OUTB8 подключены к входам мультиплексов-усилителей (см. далее);
 цепи SDA и SCL шины I2C "A" – к разъёму X11;
 цепи SDA и SCL шины I2C "B" – к разъёму X12;
 цепи TXD и RXD – к гнезду "C" преобразователя физического уровня последовательного интерфейса.

3.10.4.8 Блок перемычек JP15/JP17/JP18 – коммутация PB[15:12]

Блок перемычек JP15/JP17/18 коммутирует линии ввода-вывода PB[15:12], как показано на рисунке.

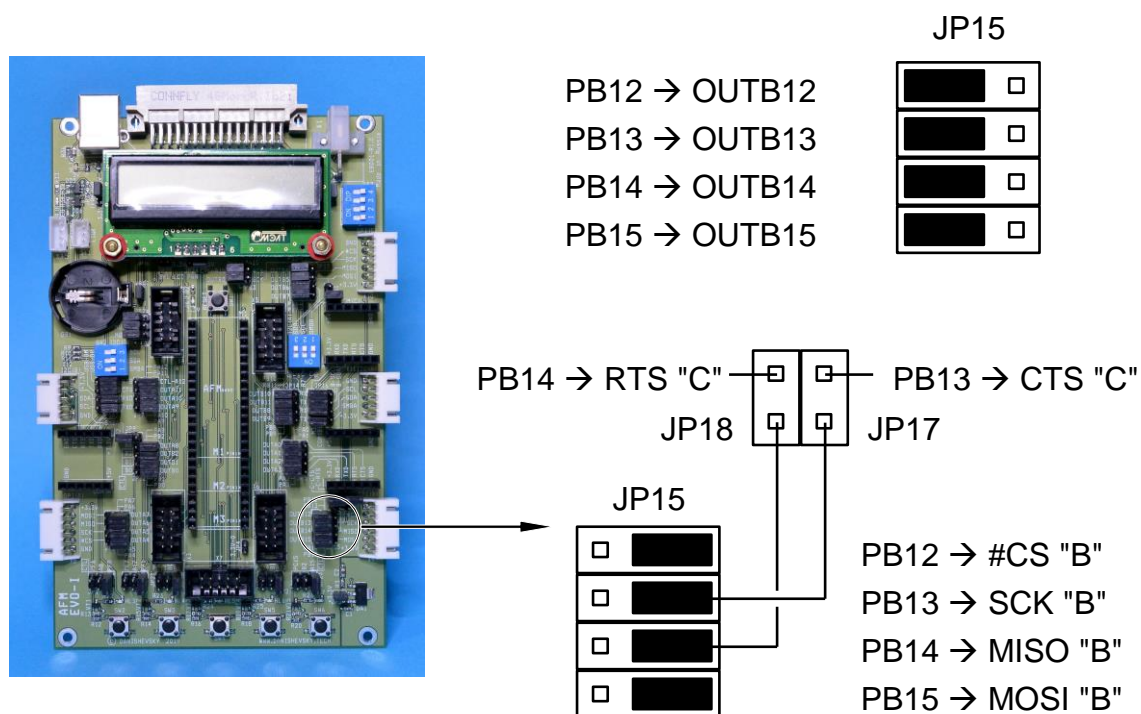


Рисунок 3.26 Блок перемычек JP15/JP17/JP18

Цепи OUTB15-OUTB12 подключены к входам мультиплексоров-усилителей (см. далее);
 цепи #CS, SCK, MISO и MOSI шины SPI "B" – к разъёму X9;
 цепи CTS (при установленной перемычке JP17) и RTS (при установленной перемычке JP18) – к гнезду "C" преобразователя физического уровня последовательного интерфейса.

3.10.5. Перемычки JP19-JP23 – коммутация кнопок и светодиодов.

Перемычки JP19-JP23 предназначены для подключения кнопок SW2-SW6 и светодиодов HL3-HL7 к дискретным линиям ввода-вывода модуля AFMnano (см. схему на стр. 48).

На рисунке показано расположение и назначение перемычек JP19-JP23.

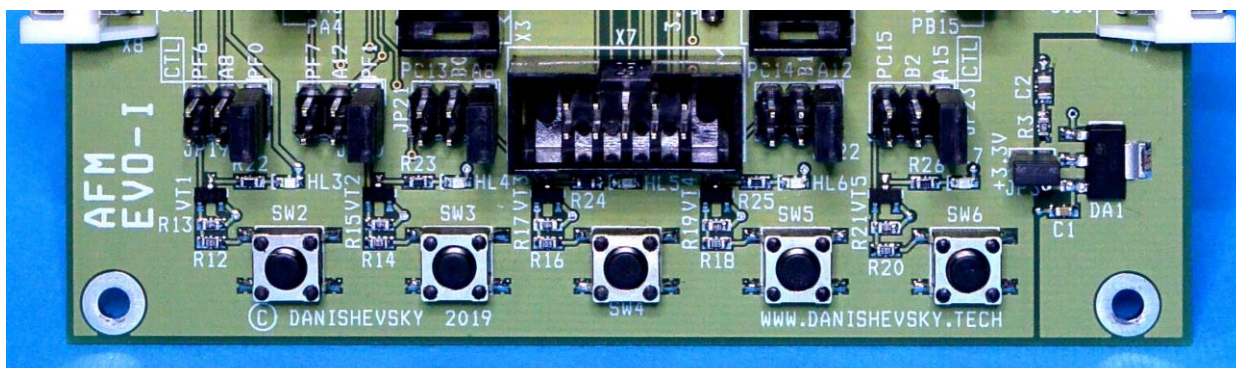
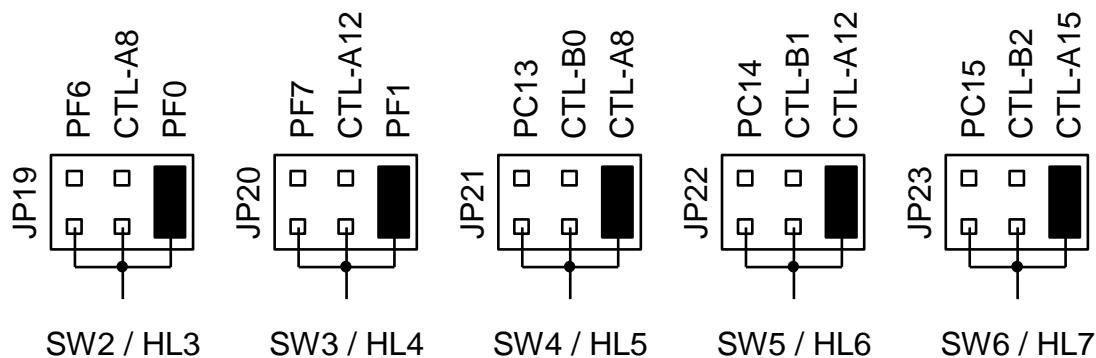


Рисунок 3.27 Перемычки JP19-JP23

3.10.6. Перемычки JP24 и JP25 – питание ЖКИ

На плате AFM EVO-I предусмотрена возможность установки различных моделей жидкокристаллических индикаторов с интерфейсом I2C. Модели отличаются напряжением питания и наличием или отсутствием подсветки.

Управление питанием и подсветкой ЖКИ осуществляется перемычками JP24 и JP25.

Установка перемычки JP25 подключает питание 5V от разъёма X1 к светодиодам подсветки индикатора.

Перемычка JP24 используется для выбора напряжения питания индикатора. Установка перемычки на выводы 1-2 подключает питание 3.3V. Установка перемычки на выводы 2-3 подключает питание 5V.

При поставке перемычки установлены в соответствии с типом ЖКИ. При нормальной эксплуатации набора изменение напряжения питания индикатора не требуется.

На рисунке показано расположение и назначение перемычек управления питанием ЖКИ.

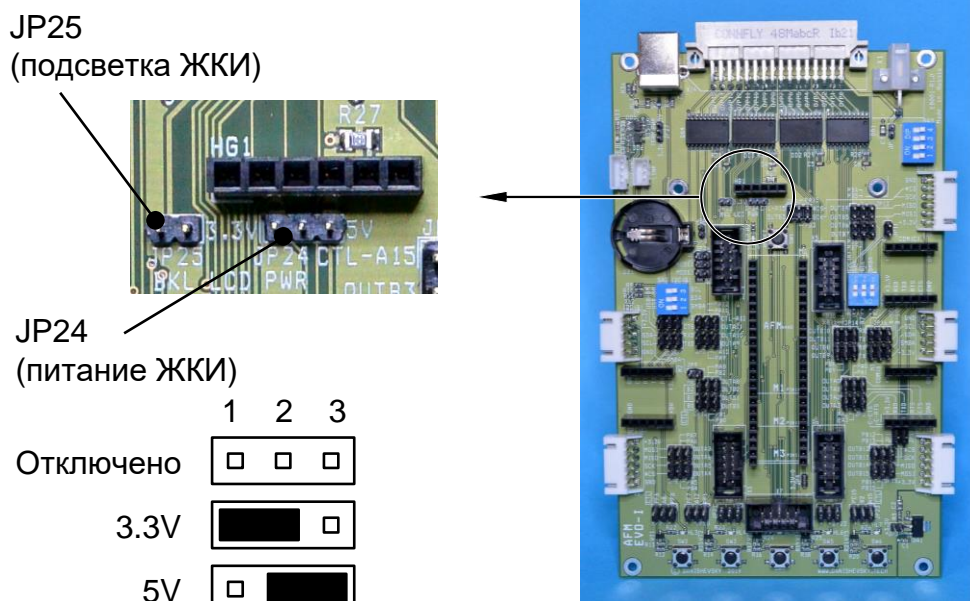


Рисунок 3.28 Перемычки JP24 и JP25 – питание ЖКИ

3.10.7. Блок перемычек JP26 – режимы работы Форт-машины

Блок перемычек JP26 используется для управления режимами работы Форт-машины.

На рисунке показано расположение и назначение перемычек.

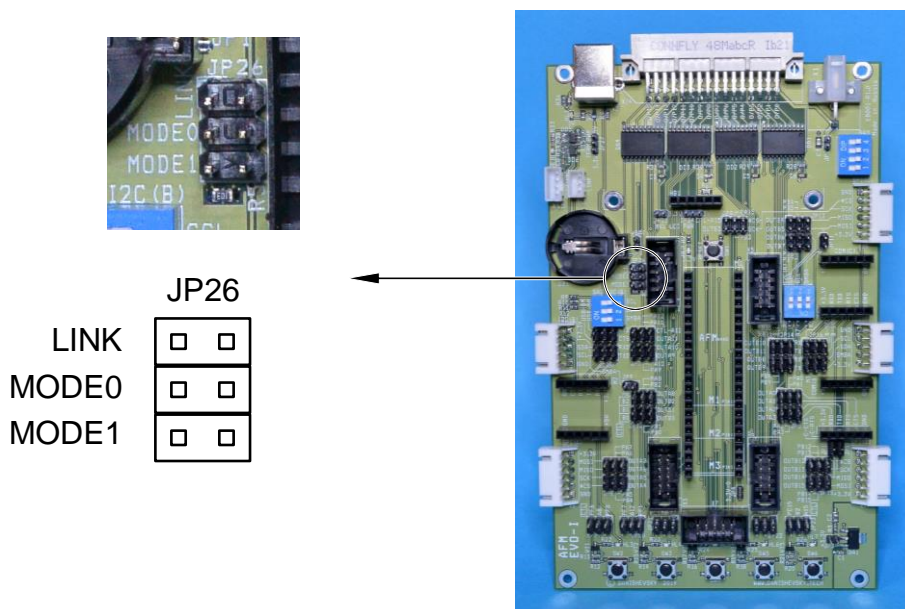


Рисунок 3.29 Блок перемычек JP26 – управление AFMnano

Перемычка LINK подключает вывод модуля AFMnano, отвечающий за передачу данных в межмашинном интерфейсе AFM-Link, к разъёму X13 и схеме сопряжения с терминалом на плате AFM EVO-I.

Перемычка MODE0 определяет режим запуска AFS, аналогично перемычке MODE на модулях AFMnano.

При установленной перемычке MODE0 система запускается в режиме интерактивного программирования. Осуществляется управление схемой сопряжения с терминалом для передачи данных в двух направлениях.

При снятой перемычке MODE0 система работает в автономном режиме. Цепь управления схемой сопряжения разорвана, передача данных осуществляется только из Форт-машины в терминал (диагностические сообщения).

Перемычка MODE1 позволяет запустить AFS в автономном режиме, сохранив возможность двустороннего обмена данными с терминалом.

При установленной перемычке MODE0 и установленной перемычке MODE1 система работает в автономном режиме. Управление схемой сопряжения с терминалом работает как в интерактивном режиме (ввод с терминала и вывод на терминал).

В указанном режиме допускается автономное выполнение программы пользователя, копирование программ и использование межмашинного интерфейса AFM-Link невозможно.

При снятой перемычке MODE0 перемычка MODE1 не оказывает влияния на работу системы.

При использовании подключения к терминалу и интерфейсу AFM-Link на плате модуля AFMnano перемычки LINK и MODE0 должны быть сняты. Перемычка MODE1 может использоваться для изменения режима работы, как было описано выше.

3.10.8. Перемычка JP27 – питание схемы сопряжения AFM-Link с терминалом

Схема сопряжения на плате модуля AFM EVO-I может работать с напряжением питания 5V и 3.3V и производит трансляцию логических уровней в соответствии с выбранным напряжением питания (см. схему на стр. 50).

Перемычка JP27 используется для выбора напряжения питания схемы сопряжения. Установка перемычки на выводы 1-2 подключает питание 3.3V. Установка перемычки на выводы 2-3 подключает питание 5V.

На рисунке показано расположение и назначение контактов перемычки.

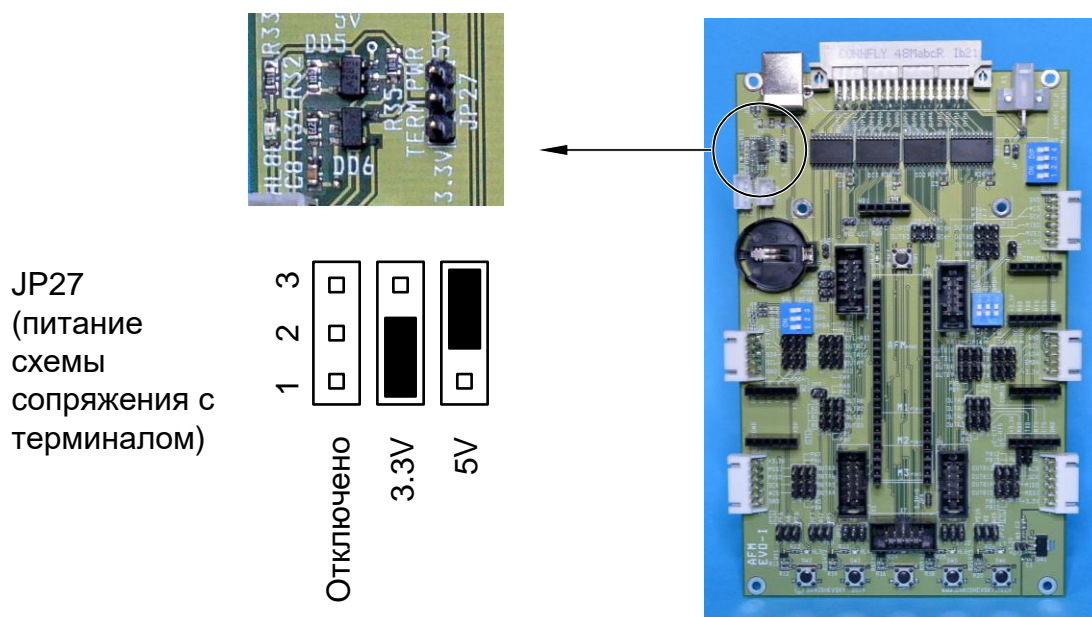


Рисунок 3.30 Перемычка JP27 – питание схемы сопряжения с терминалом

3.11. Переключатели

3.11.1. Переключатели SA1 и SA2 – подтягивающие резисторы шины I2C

Сигнальные цепи шины I2C (SMB) должны быть подключены к цепи питания через резистор. Для шины SMB используется напряжение питания 3.3V, для I2C может использоваться как 3.3V, так и 5V.

На плате AFM EVO-I предусмотрена возможность подключения резисторов сопротивлением 2.4K между цепями шин I2C и напряжением питания 3.3V.

Для подключения резисторов к шине I2C "A" используется блок переключателей SA1, для подключения к шине I2C "B" – блок переключателей SA2.

Номера переключателей в блоке и положение "включено" (ON) нанесены на корпусах SA1 и SA2 (на рисунке).

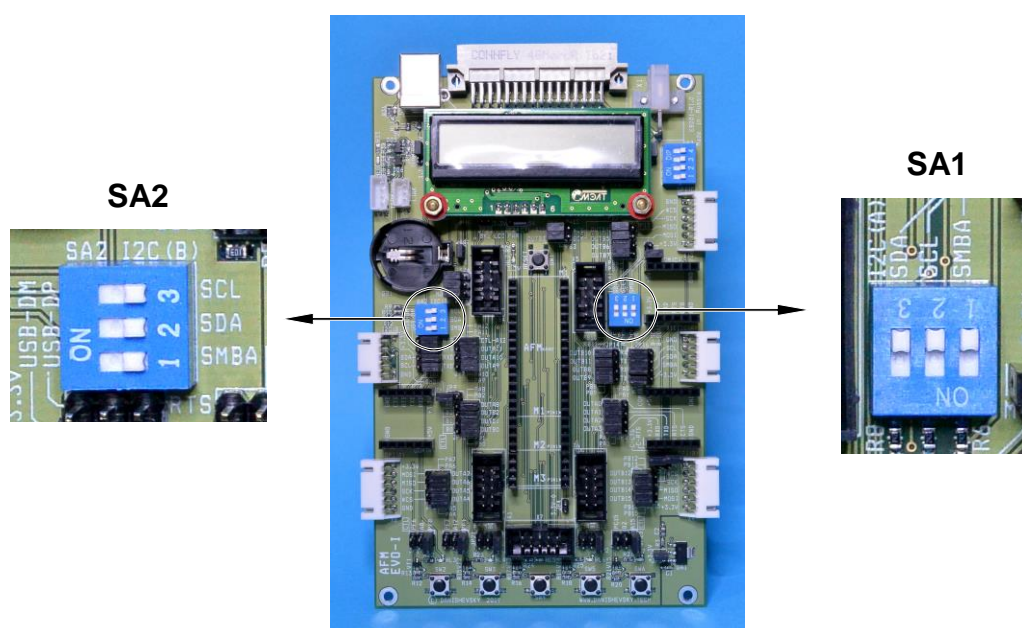


Рисунок 3.31 Переключатели SA1 и SA2 – подтягивающие резисторы шин I2C

В таблице приведено соответствие между отдельными переключателями и цепями шин I2C.

Таблица 3.6 Подключение резисторов к цепям шин I2C

Блок переключателей	Номер переключателя в блоке	Подключение резистора к цепи шины I2C
SA1	SA1-1	SMBA "A"
	SA1-2	SCL "A"
	SA1-2	SDA "A"
SA2	SA2-1	SMBA "B"
	SA2-2	SDA "B"
	SA2-3	SCL "B"

3.11.2. Переключатель SA3 – управление мультиплексорами-усилителями

Использование встроенных в микроконтроллер Форт-машины средств конфигурации устройств ввода-вывода позволяет получить множество комбинаций входных и выходных цепей.

Чаще всего в качестве выходов используются выводы таймеров-счетчиков и дискретные линии портов общего назначения.

Для сведения множества электрических цепей в логически структурированные группы выходов, усиления цифровых сигналов и приведения их к логическому уровню 5V, используются мультиплексоры-усилители (см. схему на стр. 49).

Мультиплексоры-усилители работают с группами из 4 входных цепей. Выбор одной из двух входных групп для трансляции усиленных сигналов на выходах осуществляется установкой одного из переключателей блока SA3.

Номера переключателей и положение "включено" (ON) нанесены на корпусе SA3 (на рисунке).

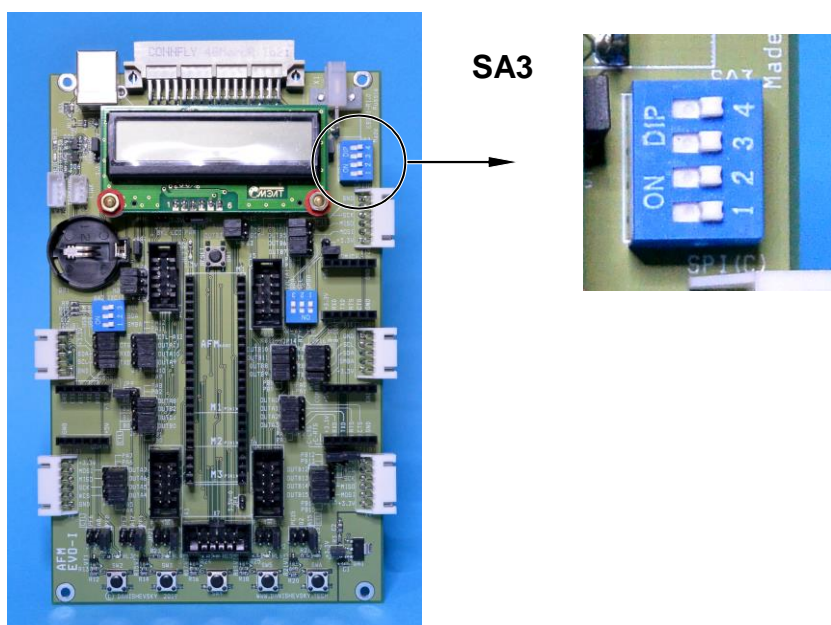


Рисунок 3.32 Переключатель SA3 – управление мультиплексорами-усилителями

В таблице указаны варианты выбора между входными цепями и выходами мультиплексоров-усилителей, подключенных к контактам разъёма X14.

В первой колонке перечислены выходные цепи от мультиплексоров-усилителей к разъему X14, группами по 4. Во второй колонке указано положение одного из переключателей SA3, управляющего выбором входов для данной группы.

В третьей колонке перечислены цепи, выбранные мультиплексором при указанном положении переключателя. Эти цепи формируются коммутатором (перемычки JP5-JP18) из дискретных цепей портов ввода-вывода Форт-машины AFMnano. Соответствующие выходы портов перечислены в четвертой колонке.

Таблица 3.7 Варианты выбора для мультиплексоров-усилителей

Выходы (к X14)	Положение SA3-х	Выбранные цепи на входе мультиплексора	Выход порта ввода-вывода
PWM/OUT0 PWM/OUT1 PWM/OUT2 PWM/OUT3	SA3-1 = ON	OUTA0 OUTA1 OUTA2 OUTA3	PA0 PA1 PA2 PA3
	SA3-1 = OFF	OUTB8 OUTB9 OUTB10 OUTB11	PB8 PB9 PB10 PB11
PWM/OUT4 PWM/OUT5 PWM/OUT6 PWM/OUT7	SA3-2 = ON	OUTA4 OUTA5 OUTA6 OUTA7	PA4 PA5 PA6 PA7
	SA3-2 = OFF	OUTB12 OUTB13 OUTB14 OUTB15	PB12 PB13 PB14 PB15
PWM/OUT8 PWM/OUT9 PWM/OUT10 PWM/OUT11	SA3-3 = ON	OUTA8 OUTA9 OUTA10 OUTA11	PA8 PA9 PA10 PA11
	SA3-3 = OFF	OUTB0 OUTB1 OUTB2 OUTB3	PB0 PB1 PB2 PB3
PWM/OUT12 PWM/OUT13 PWM/OUT14 PWM/OUT15	SA3-4 = ON	OUTA6 OUTA7 OUTB0 OUTB1	PA6 PA7 PB0 PB1
	SA3-4 = OFF	OUTB4 OUTB5 OUTB6 OUTB7	PB4 PB5 PB6 PB7

4. Работа с модулем

Перед началом работы необходимо установить конфигурацию цепей ввода-вывода и питания модуля AFM EVO-I и модуля AFMnano.

4.1. Схема питания

Конструкция платы AFM EVO-I предусматривает питание маломощных цифровых схем и внешних устройств с высоким потреблением от разных источников.

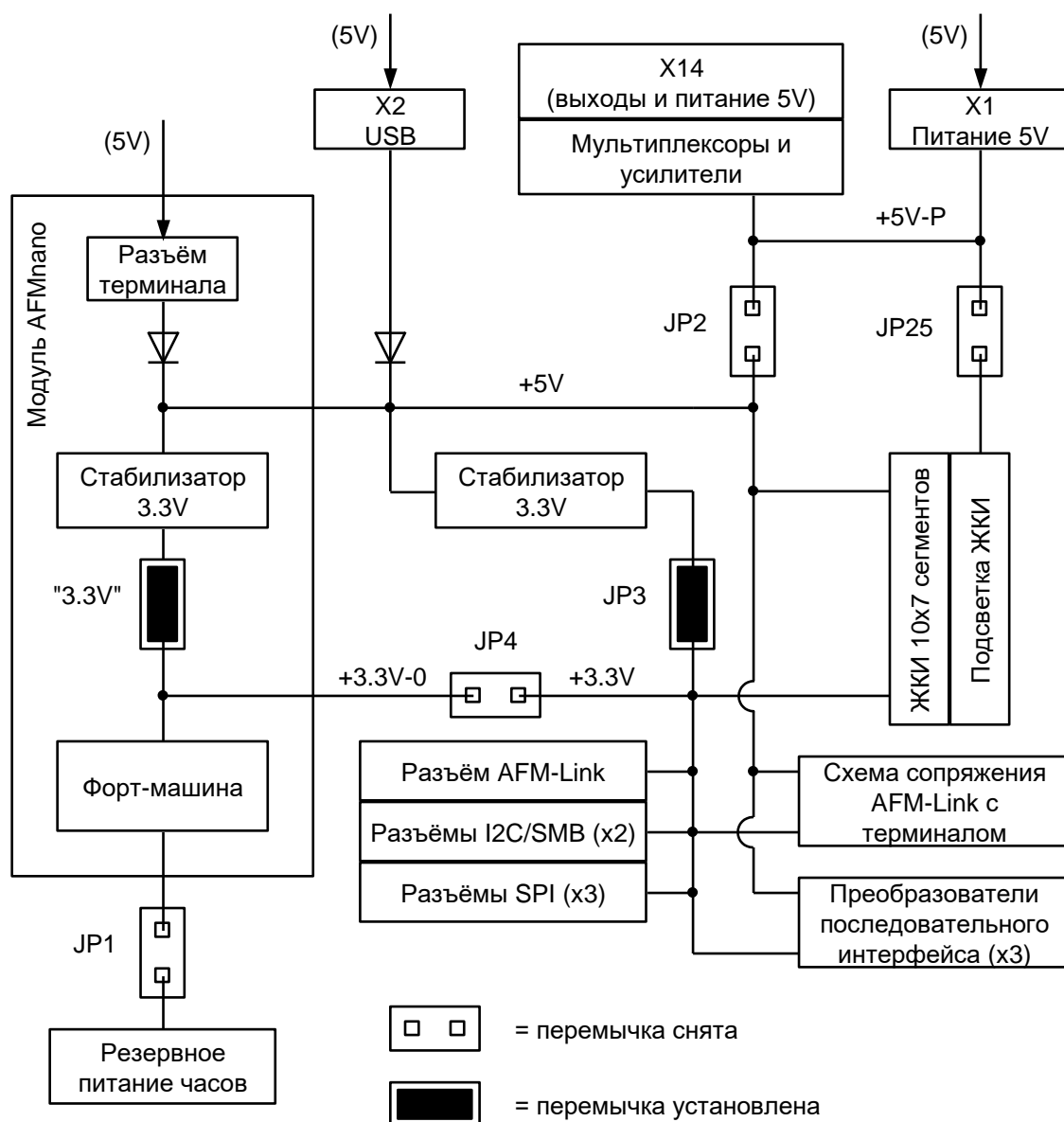


Рисунок 4.1 Рекомендуемая схема питания

Обозначения цепей питания на рисунке соответствуют принципиальной схеме платы AFM EVO-I.

Напряжение 5V для цифровых схем поступает от шины USB персонального компьютера или терминала. Для питания таких устройств, как реле, сервоприводы, датчики и т.п. рекомендуется использовать отдельный источник мощностью 5 Ватт и более.

Рекомендуемая схема питания показана на рисунке.

Большинство цифровых схем, в том числе микроконтроллер Форт-машины питается напряжением 3.3V, которое формируется встроенными стабилизаторами из входного напряжения 5V.

Модуль AFMnano имеет стабилизатор 3.3V, обеспечивающий высокое качество напряжения питания для микроконтроллера, что особенно важно для работы встроенного аналогово-цифрового преобразователя.

Для питания внешних схем на плате AFMnano имеется собственный стабилизатор напряжения 3.3V.

Если предполагается использование только одного источника питания (от X1 или от USB/терминала), установите перемычку JP2. Если источником является шина USB, потребляемый ток не должен превышать 0.5A. Не подключайте мощную нагрузку, отключите подсветку ЖКИ (если имеется), сняв перемычку JP25.

4.2. Резервное питание часов

Если используемый модуль AFMnano имеет часы реального времени и календарь с автономным питанием, необходимо установить литиевый элемент типа CR2032 в держатель на плате AFM EVO-I.

При необходимости, отключение и подключение цепи резервного питания часов осуществляется перемычкой JP1, без извлечения элемента питания из держателя.

Литиевый элемент питания не входит в комплект поставки набора.

4.3. Настройка конфигурации цепей ввода-вывода

До начала работы определите, какую конфигурацию цепей ввода-вывода Форт-машины предполагается использовать.

Установите коммутационные перемычки в соответствии с выбранной конфигурацией (см. раздел "3.10.4 Перемычки JP5-JP18 – коммутатор цепей ввода-вывода" на стр. 28).

Если предполагается подключение линии порта ввода-вывода к источнику аналогового сигнала или дискретного цифрового сигнала в режиме входа, снимите соответствующую этой линии перемычку первого уровня коммутации (JP5, JP6, JP7, JP8, JP12, JP13, JP14, JP15), это уменьшит наводки на входную цепь. Для подключения источника сигнала используйте разъёмы X3, X4, X5, X6, X7.

Также рекомендуется отключать линии ввода-вывода, которые не будут использоваться (снять перемычку первого уровня).

Подключите одну или несколько дискретных линий ввода-вывода к кнопкам и светодиодам с помощью перемычек JP19-JP23 (см. стр. 35).

4.4. Установка модуля AFMnano

Гнездо для установки Форт-машины допускает установку трёх типов модулей, цоколевка которых должна соответствовать моделям AFMnano M1, M2 и M3.

Расположение выводов модулей организовано таким образом, чтобы обеспечивалась совместимость от младших моделей к старшим (см. Рисунок 3.5 на стр. 14).

Модули трёх разных размеров (DIP32, DIP40 и DIP48) устанавливаются в общее гнездо с выравниванием по нижним выводам.

На плате AFM EVO-I нанесена маркировка расположения вывода №1 в гнезде AFMnano для моделей M1, M2 и M3.

Устанавливая модуль в гнездо разверните его нижним краем в сторону кнопки сброса и совместите выводы модуля с гнездом так, чтобы первый вывод совпал с отметкой для данной модели.

На рисунке показан пример установки модуля AFMnano-M2.xx.

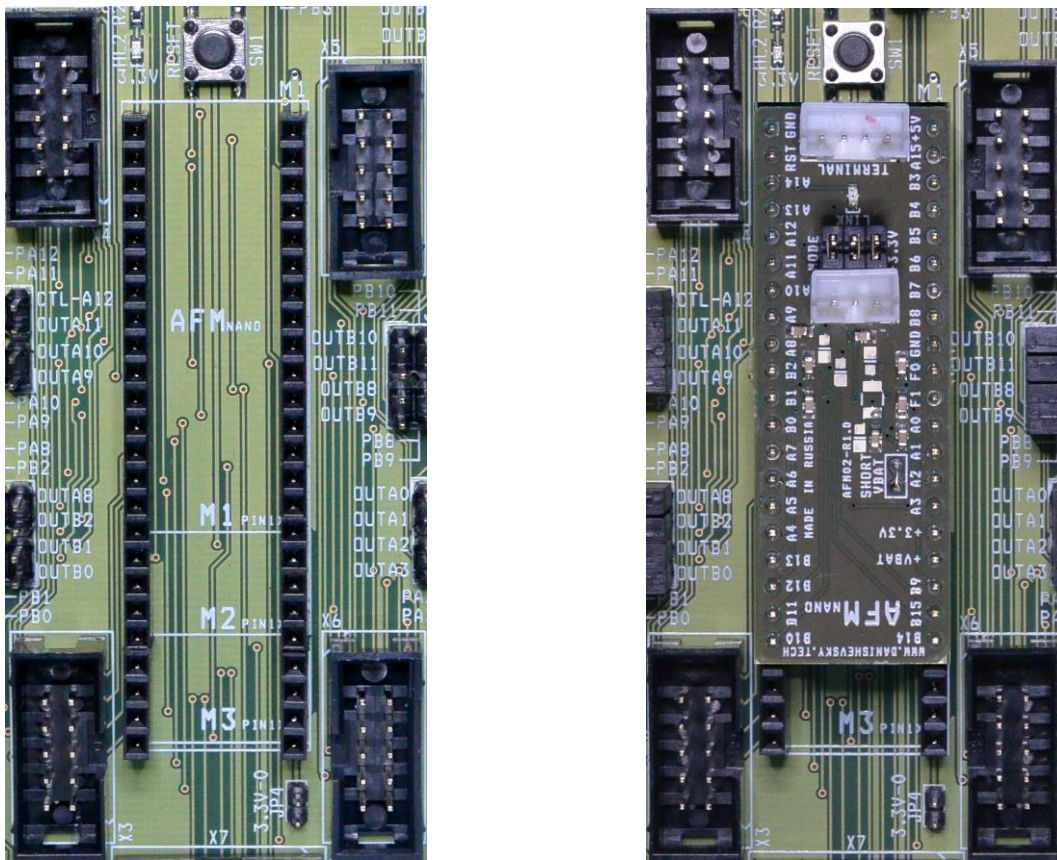


Рисунок 4.2 Установка модуля AFMnano-M2.xx на плате AFM EVO-I

4.5. Подключение терминала

Если терминал будет подключен к разъёму на плате модуля AFMnano, отключите схему сопряжения на плате AFM EVO-I: снимите перемычки LINK и MODE0 (JP26), отключите питание схемы (снимите перемычку JP27). Перемычка MODE1 (JP26) может быть использована для управления режимом запуска AFS.

Если предпочтение отдается подключению терминала на плате AFM EVO-I, отключите схему сопряжения модуля AFMnano: снимите перемычки MODE и LINK на плате модуля. Для управления используйте перемычки JP26. Выберите соответствующее напряжение питания для схемы сопряжения с помощью перемычки JP27.

AFM EVO-I

При таком включении от терминала не поступает напряжение питания для AFM EVO-I и модуля AFMnano. Подключите источники питания к разъёмам X1 и X2.

Выполните настройки терминала, как описано в Руководстве пользователя модуля AFMnano. Подключите питание и проверьте наличие связи между терминалом и Форт-машиной.

Если все настройки выполнены правильно и связь с терминалом установлена, набор готов для экспериментов.

5. Приложение: схема платы AFM EVO-I

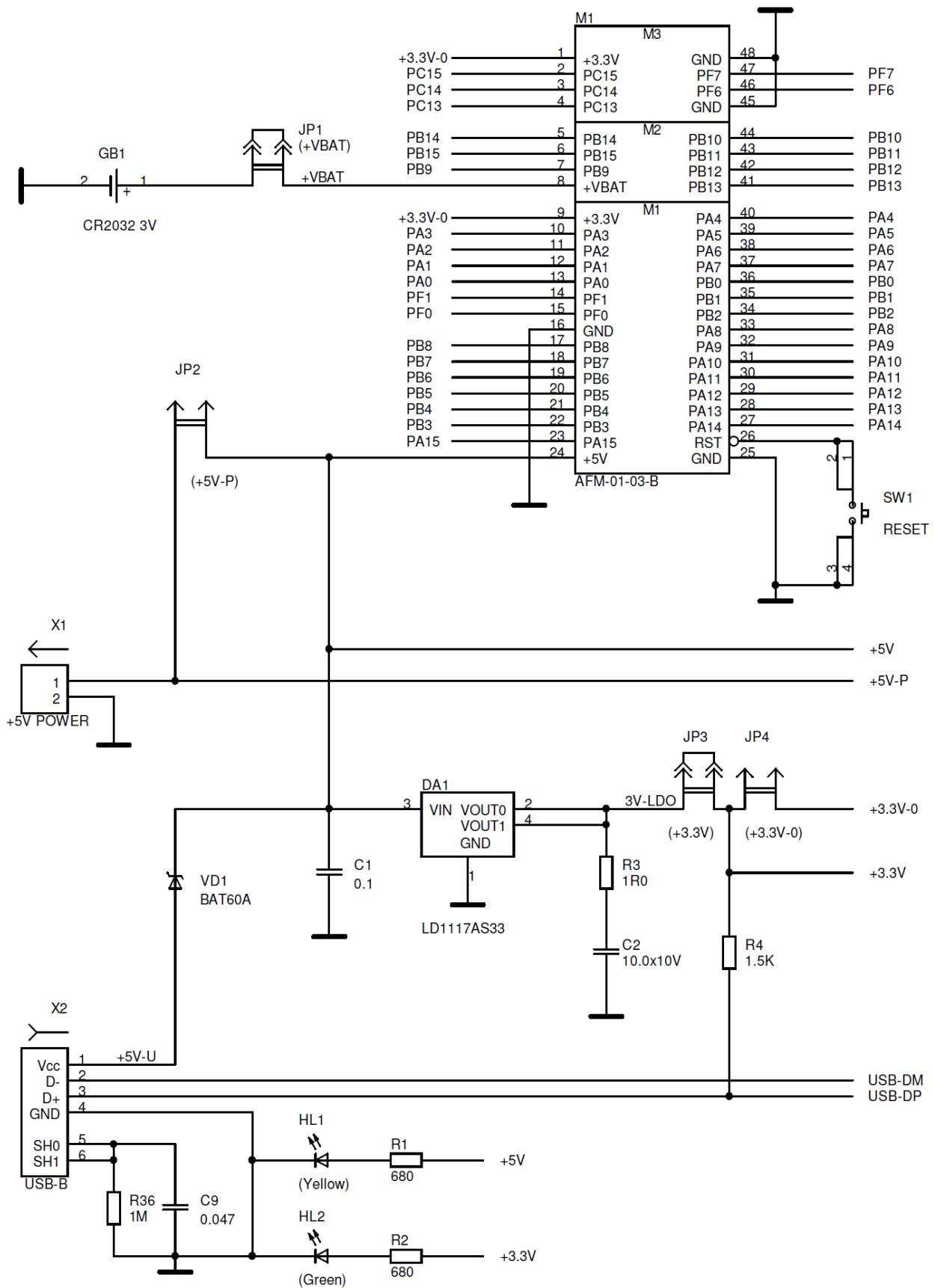


Рисунок 5.1 Электрическая схема AFM EVO-I, гнездо AFMnano и питание

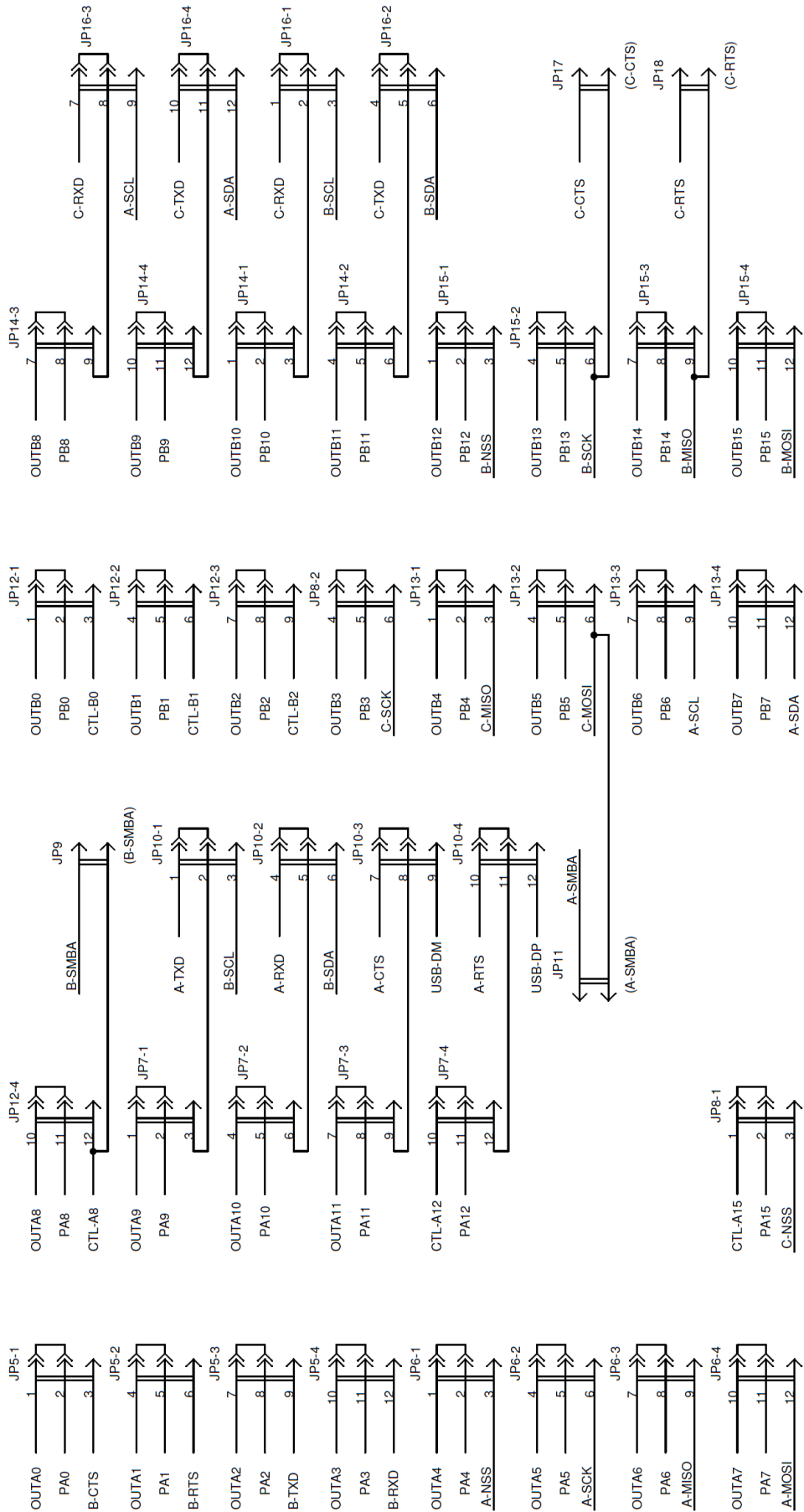


Рисунок 5.2 Электрическая схема AFM EVO-I, коммутатор цепей ввода-вывода

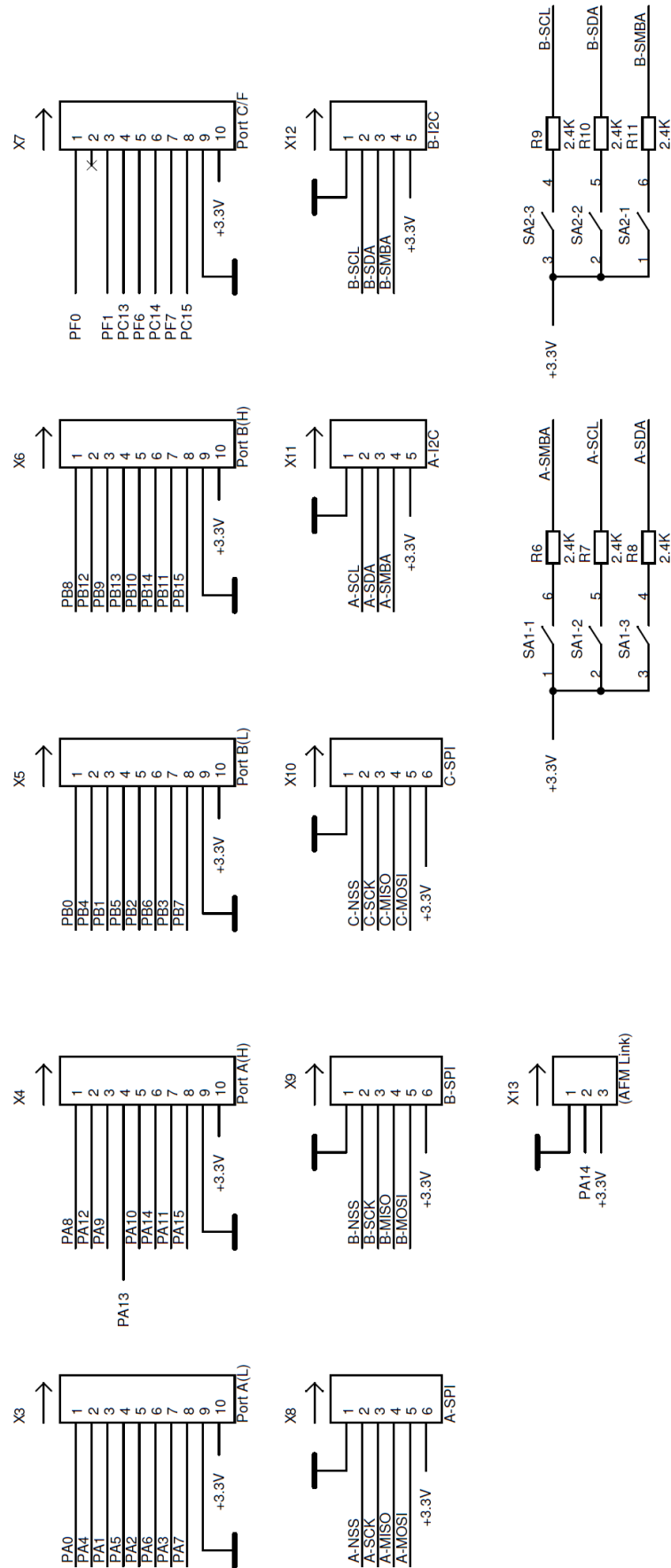


Рисунок 5.3 Электрическая схема AFM EVO-I, разъёмы внешних подключений

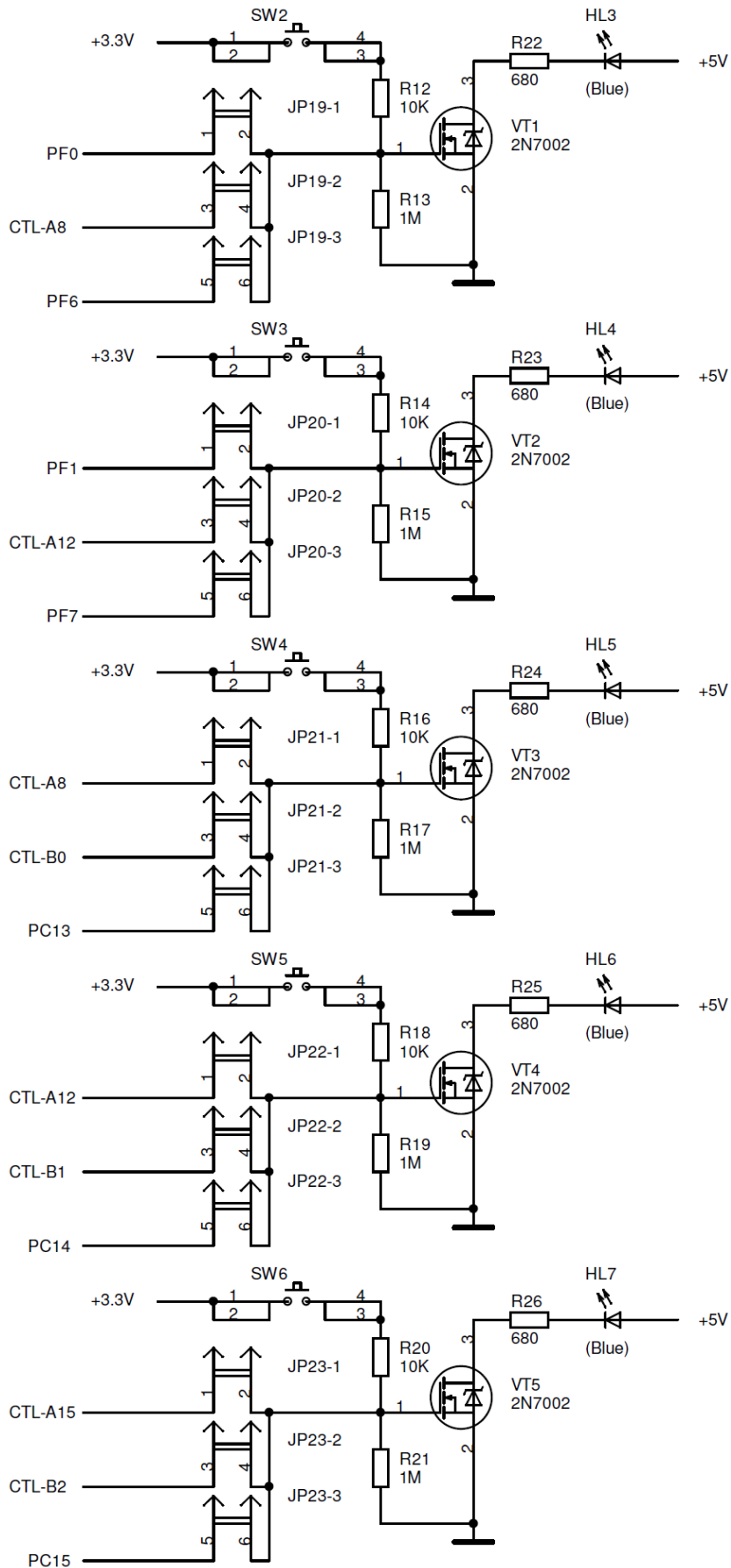


Рисунок 5.4 Электрическая схема AFM EVO-I, кнопки и светодиоды

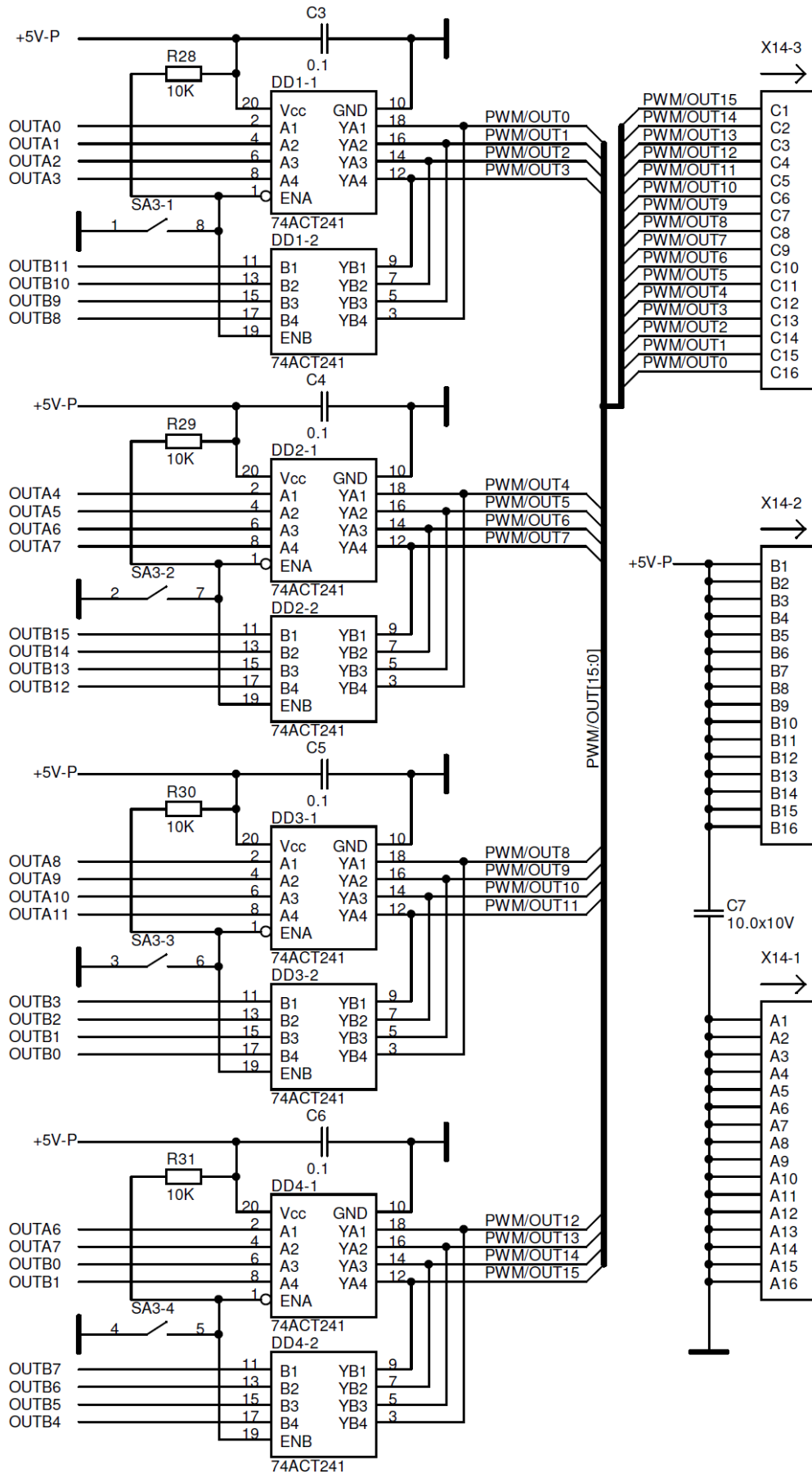


Рисунок 5.5 Электрическая схема AFM EVO-I, мультиплексоры-усилители выходов

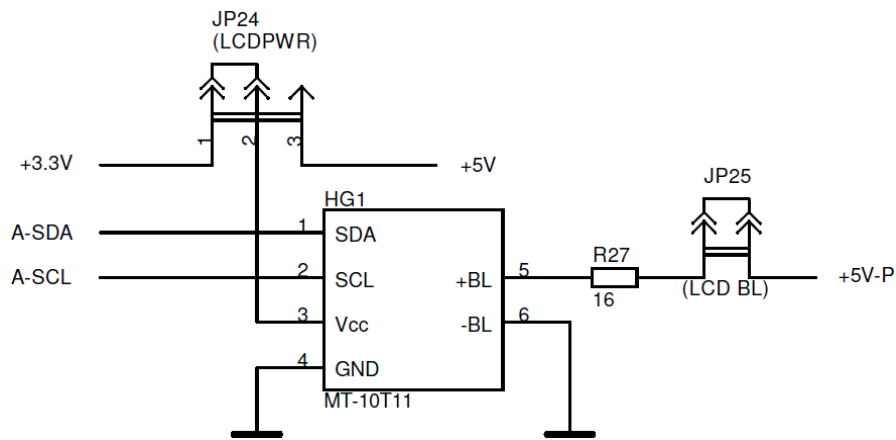


Рисунок 5.6 Электрическая схема AFM EVO-I, ЖК индикатор

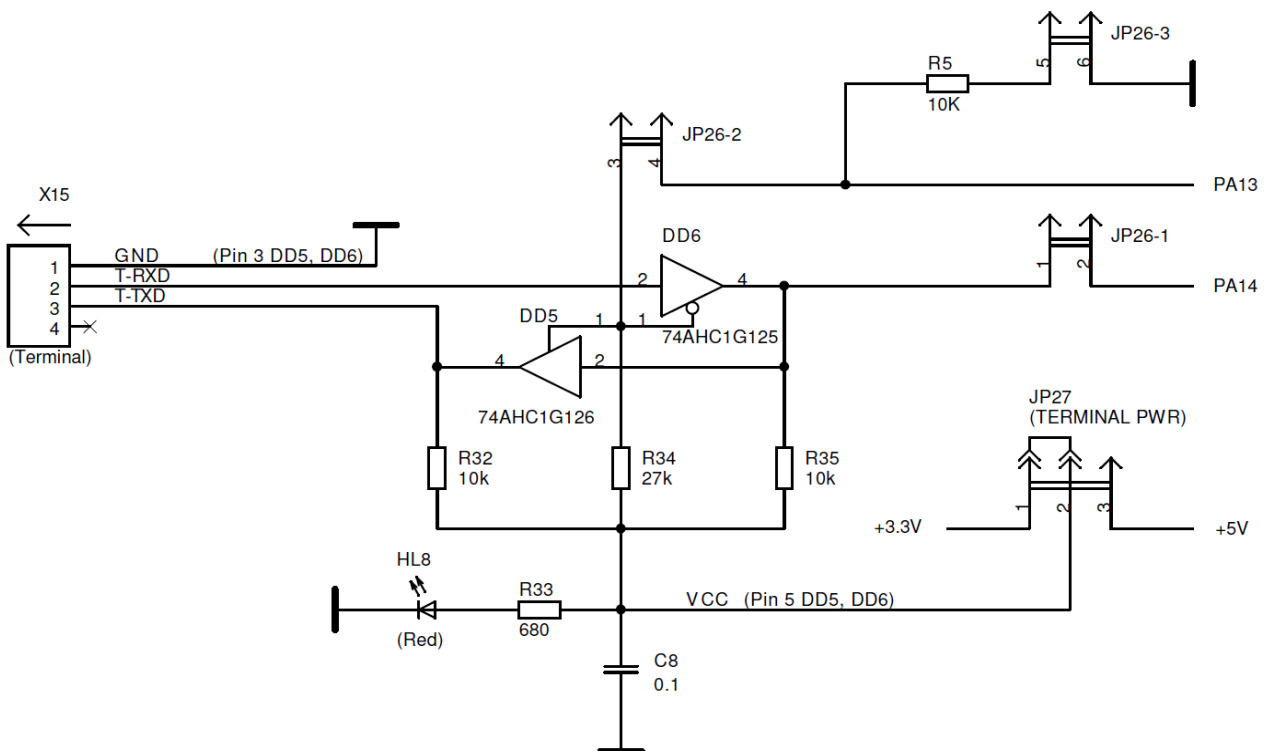


Рисунок 5.7 Электрическая схема AFM EVO-I, сопряжение AFM-Link с терминалом

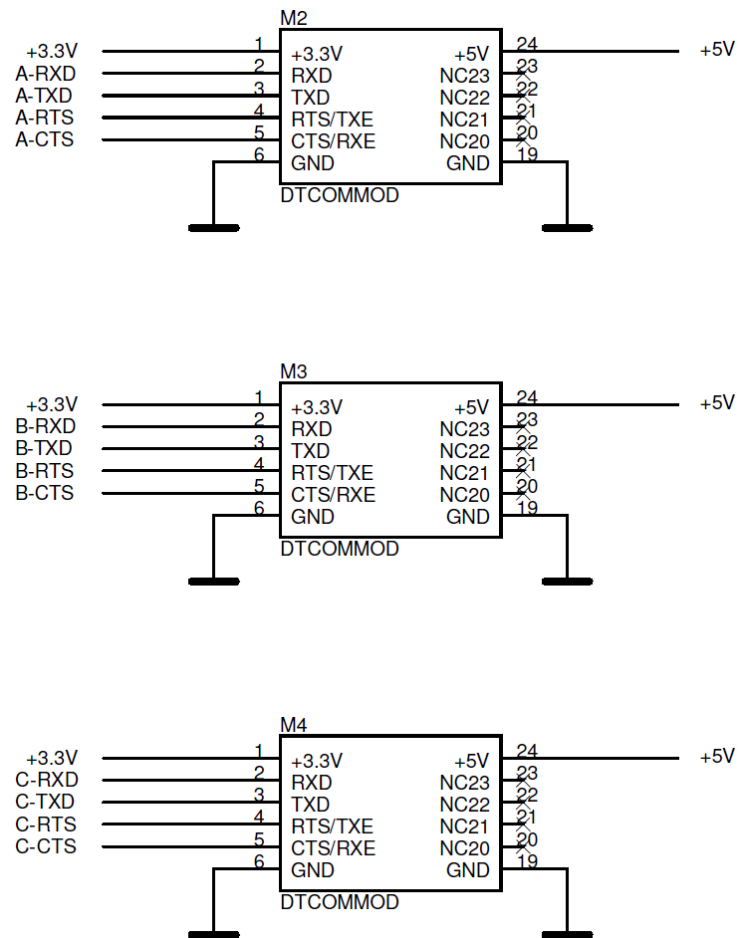


Рисунок 5.8 Электрическая схема AFM EVO-I, гнезда модулей преобразователей

6. Контакты

Для получения актуальной информации и обмена мнениями по различным продуктам ООО "Данишевский технология", присоединяйтесь к нам в соцсетях:

"Вконтакте": <https://vk.com/danishevsky.tech>

"Facebook": <https://www.facebook.com/Danishevsky.Tech>

Для получения обновленной документации и другой полезной информации зарегистрируйтесь как пользователь продукта, направив письмо по электронному адресу:

link@danishevsky.tech

Укажите серийный номер продукта (находится на обратной стороне модуля AFM EVO-I), цель использования и контактную информацию для связи.

При обращении в адрес компании, как с использованием сети Интернет, так и с помощью других средств связи, вступает в силу Соглашение об использовании персональных данных. Текст соглашения доступен по адресу:

<http://cloud.danishevsky.technology/DTPDUA.pdf>