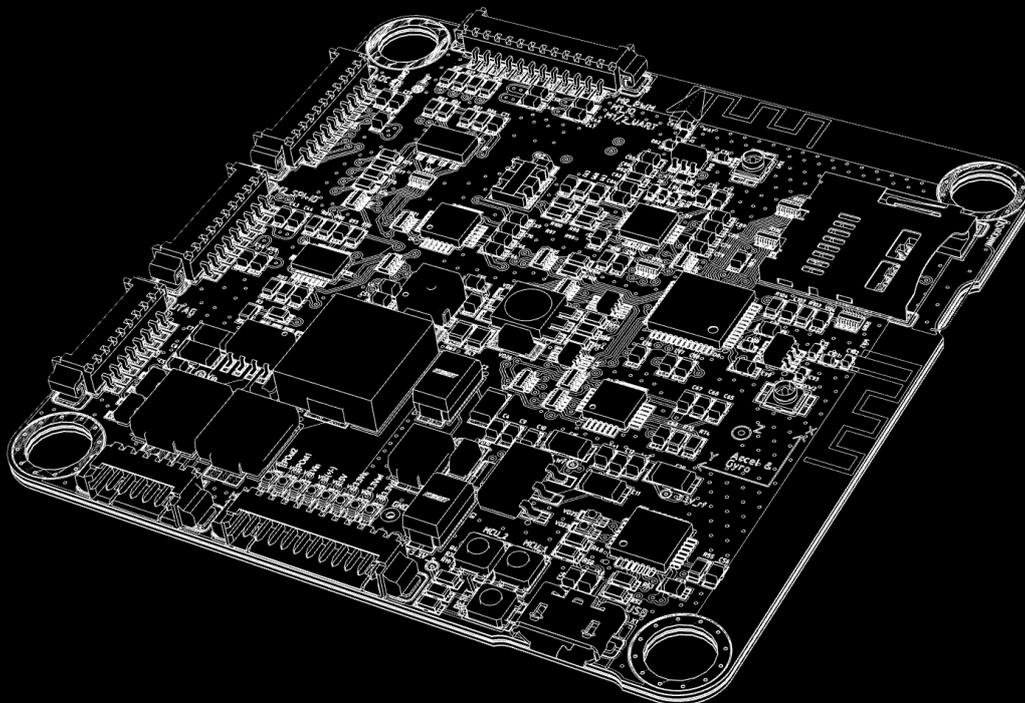


CYBER PRO

Контроллер для построения
робототехнических систем

Руководство по эксплуатации



Оглавление

Оглавление.....	2
1. Общая характеристика CYBER PRO	4
2. Организация питания.....	5
2.1. Способы питания	5
2.2. Внутренние шины питания.....	6
2.3. Питание от внешнего источника 7–30 В.....	8
2.4. Питание через интерфейс USB.....	9
2.5. Питание от внешнего стабилизированного источника 5 В.....	9
2.6. Питание от интерфейса JTAG	10
2.7. Питание внешних потребителей	10
2.7.1. Питание внешних устройств напряжением 5 В	11
2.7.2. Питание внешних устройств напряжением 3,3 В	11
2.8. Индикация состояния системы питания	11
3. Система перезагрузки	12
4. Система тактирования.....	13
5. Программирование и отладка микроконтроллеров K1986BE92Q	14
5.1. Интерфейс JTAG	14
5.2. Программирование через USB.....	14
5.3. Программирование через модуль ESP32-PICO-D4.....	15
6. Программирование модуля ESP32-PICO-D4	16
7. Пользовательские кнопки	16
8. Силовые выходы	17
9. Выводы общего назначения (GPIO)	18
9.1. Цифровые входы.....	18
9.2. Цифровые выходы.....	19
10. Выводы ШИМ.....	19
11. Звукоизлучатель.....	19
12. RGB светодиод.....	20

13.	Карта памяти	20
14.	Аналоговые входы	21
15.	Инерциальные датчики пространственного положения	21
16.	Датчик давления (барометр)	22
17.	Приемопередатчик 2,4 ГГц	22
18.	Модуль Wi-Fi/Bluetooth	23
19.	Шины I ² C	24
19.1.	Подтяжка шин I2C	25
19.2.	Подключение контроллеров к шинам I2C	25
19.3.	Подключение инерциального датчика ICM20689 к шине I2C	25
19.4.	Подключение инерциального датчика BMI055 к шине I2C	26
19.5.	Подключение датчика давления MS5611 к шине I2C	26
19.6.	Подключение аналогово-цифрового преобразователя к шине I2C	27
19.7.	Вывод линий шин I2C к контактам разъема XP6	27
19.8.	Объединение шин I2C	27
20.	Шина SPI	28
20.1.	Подключение инерциальных датчиков ICM20689 к шине SPI	28
20.2.	Подключение инерциального датчика BMI055 к шине SPI	28
20.3.	Подключение датчика давления MS5611 к шине SPI	29
21.	Внешняя шина SPI	29
22.	Внешний интерфейс UART	29

1. Общая характеристика CYBER PRO

CYBER PRO – аппаратно-программная платформа, предназначенная для решения комплексных задач автоматического управления беспилотными летательными аппаратами, мобильными платформами и робототехническими системами различного назначения и их составными частями.

Структурная схема CYBER PRO представлена на рисунке 1.

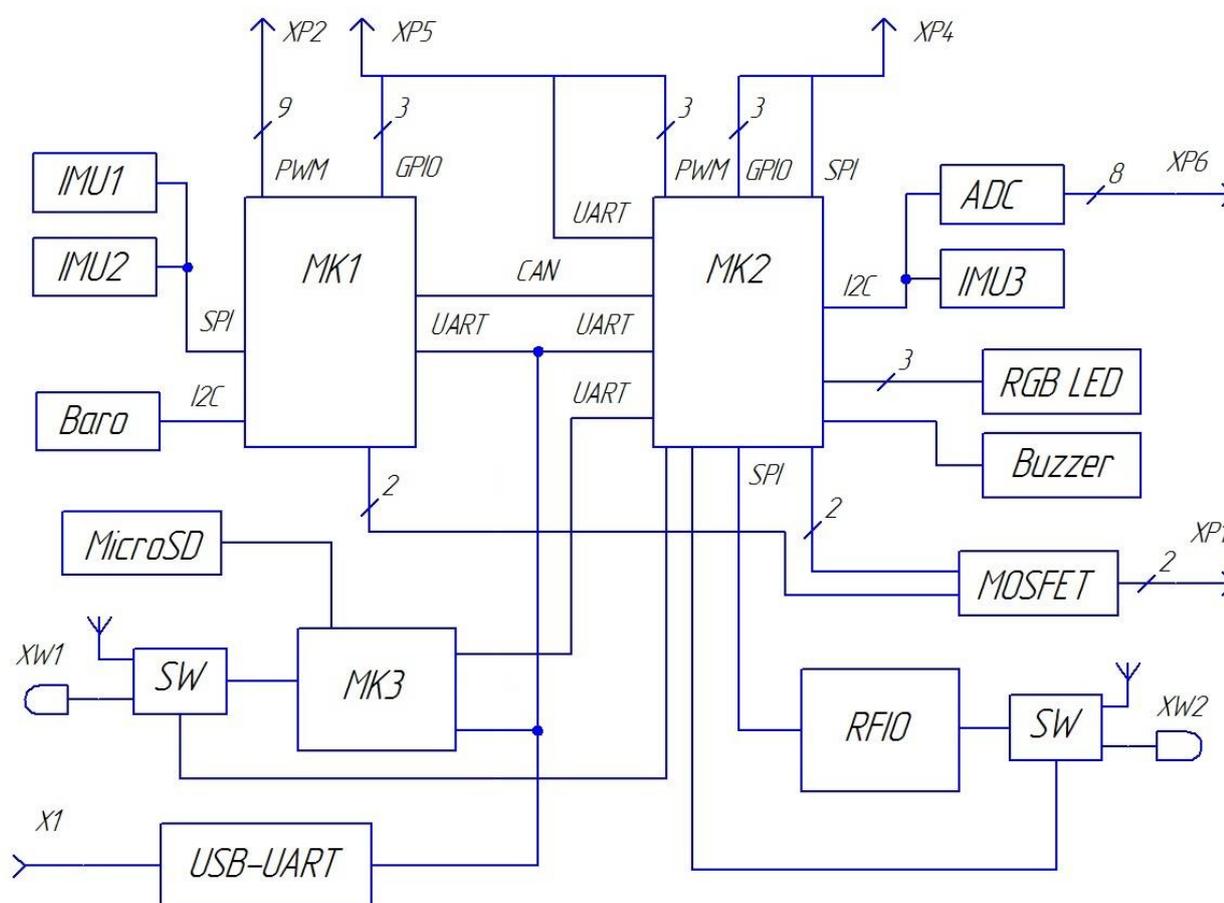


Рисунок 1 – Структурная схема CYBER PRO

ADC – аналогово-цифровой преобразователь MAX1238EEE

Baro – датчик давления MS5611

Buzzer – зуммер

IMU1, IMU2 – датчики ICM20689

IMU3 – датчик BMI055

MicroSD – слот карты памяти

МК1, МК2 – микроконтроллеры K1986BE92Q
МК3 – микромодуль ESP32-PICO-D4
MOSFET – ключи управления мощной нагрузкой
RFIO – РЧ приемопередатчик A7105
RGB LED – трехцветный светодиод
SW – РЧ переключатели
USB-UART – преобразователь интерфейсов CP2102

2. Организация питания

2.1. Способы питания

Питание CYBER PRO может осуществляться несколькими способами:

1. От источника 7–30 В через разъем питания XP1 «PWR».
2. Через разъем USB – стабилизированным напряжением 5 В.
3. Через выходные разъемы – стабилизированным напряжением 5 В.
4. От JTAG программатора (при отладке).

На рисунке 2 показана структурная схема и способы подачи питания системы питания CYBER PRO.

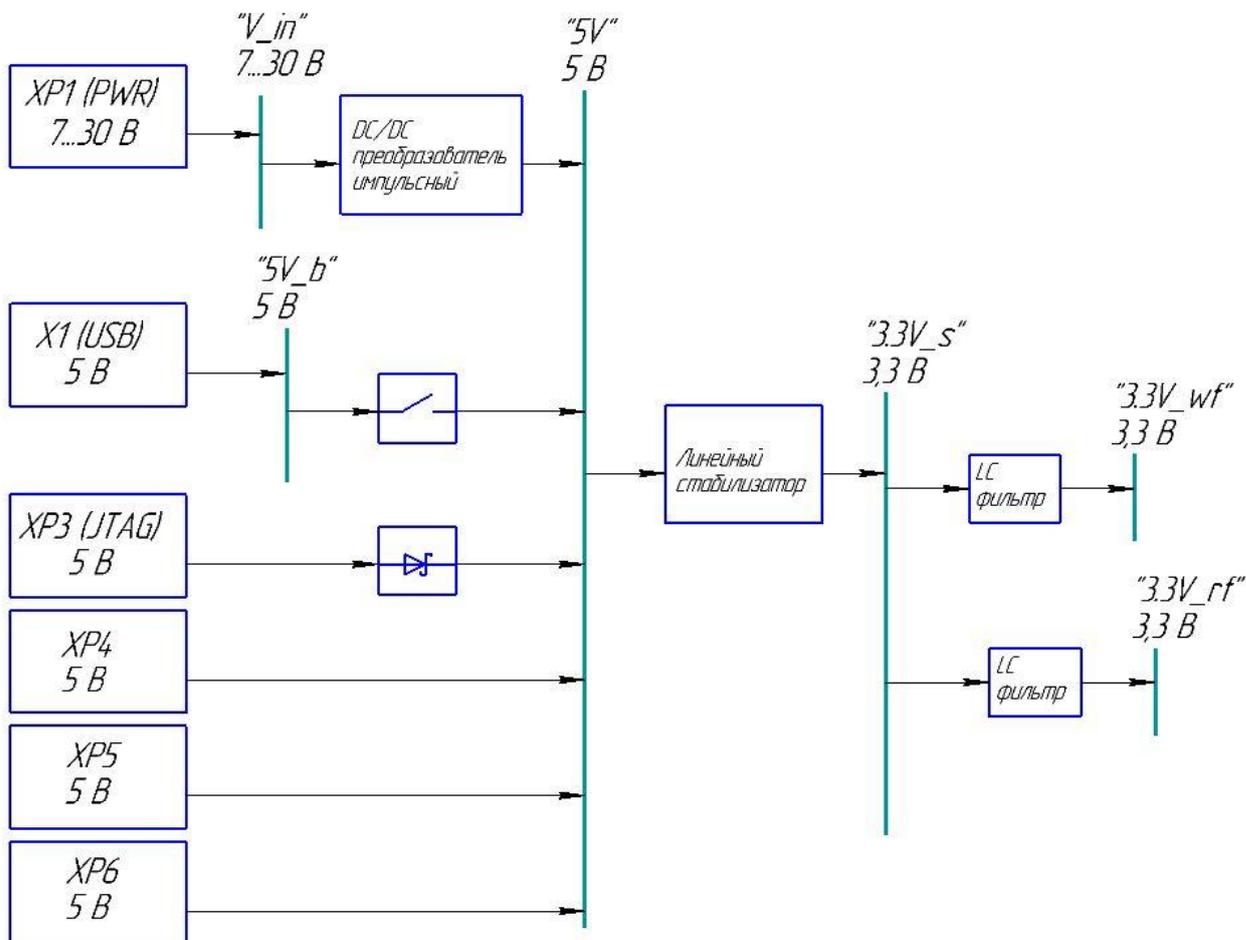


Рисунок 2 – Структурная схема системы питания CYBER PRO

2.2. Внутренние шины питания

CYBER PRO имеет внутренние шины для питания входящих в его состав микросхем и модулей.

Шина «5V» с напряжением 5 В является основной шиной питания CYBER PRO. Она обеспечивает питание следующих потребителей:

- линейного регулятора, формирующего напряжение 3,3 В;
- многоканального аналогово-цифрового преобразователя;
- источника опорного напряжения для аналогово-цифрового преобразователя;
- RGB светодиода;
- звукоизлучателя.

Шина «5V_b» получает стабилизированное напряжение 5 В от интерфейса USB (разъем X1) и питает преобразователь интерфейса USB-UART.

В случае если на разъем XP1 «PWR» не подается питание, шина «5V_b» подключается к шине «5V» через коммутатор. Таким образом, основная шина «5V» может питаться от интерфейса USB при отсутствии основного источника питания.

На рисунке 3 показана организация питания внутренних потребителей CYBER PRO напряжением 5В.

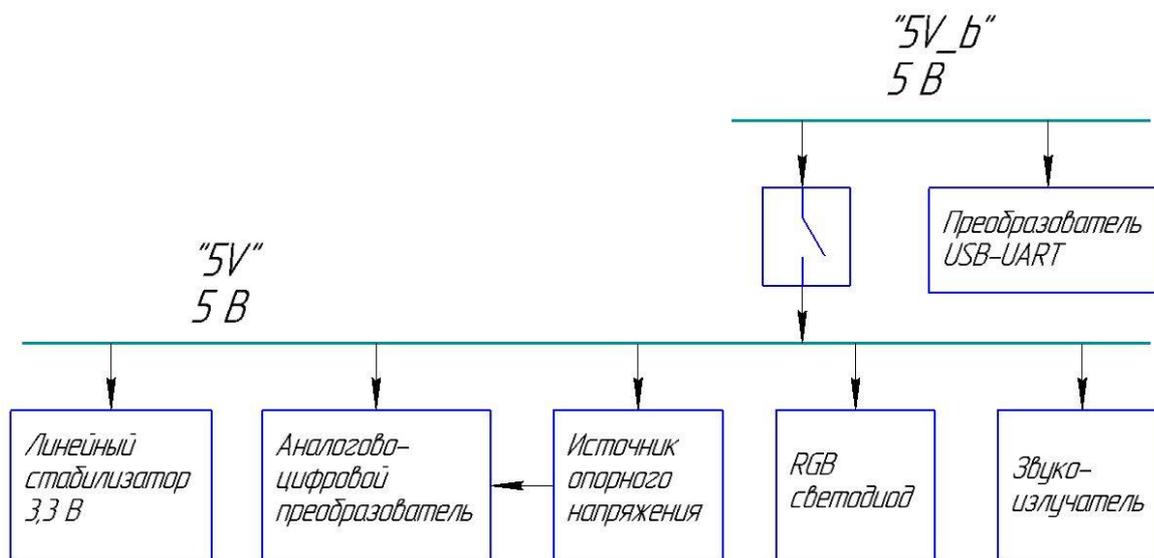


Рисунок 3 – Структура подсистемы питания с напряжением 5В

Шина «3.3V_s» с напряжением 3,3 В питает большинство микросхем, входящих в состав CYBER PRO (микроконтроллеры, модули, датчики). Генератор, осуществляющий тактирование микроконтроллеров и приемопередатчика 2,4 ГГц, также питается от шины «3.3V_s».

Шина «3.3V_s» имеет ответвления «3.3V_rf» для питания приемопередатчика 2,4 ГГц и «3.3V_wf» для питания WiFi модуля.

На рисунке 4 показана организация питания внутренних потребителей CYBER PRO напряжением 3,3 В.

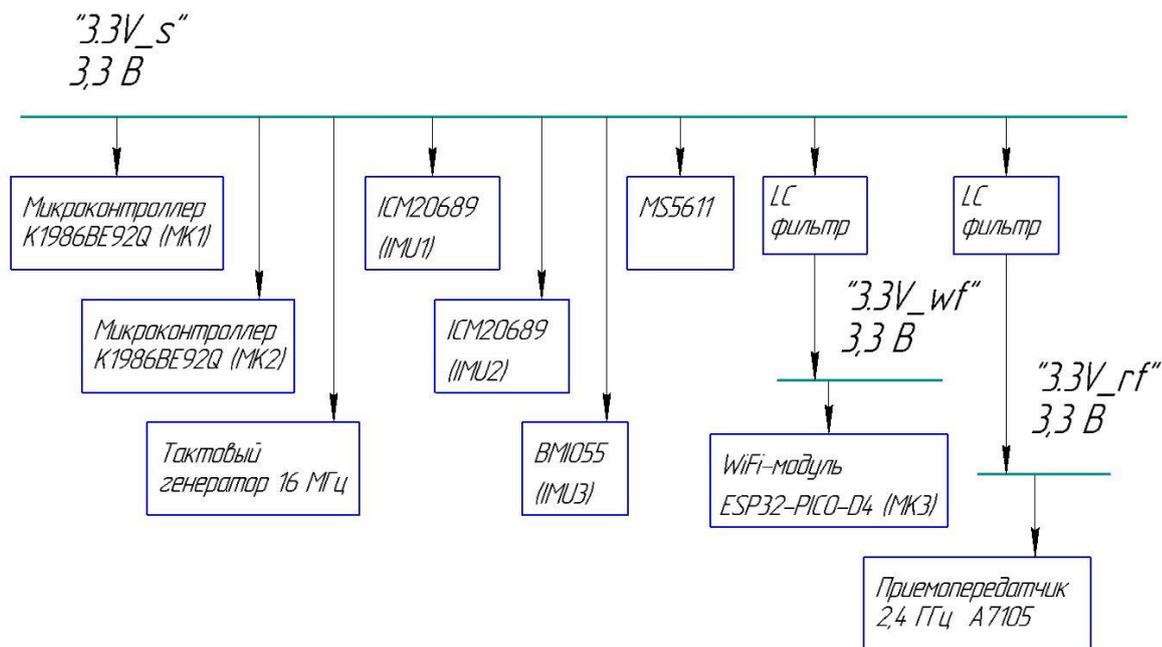


Рисунок 4 – Структура подсистемы питания с напряжением 3,3 В

2.3. Питание от внешнего источника 7–30 В

Основным способом питания CYBER PRO является подключение внешнего источника напряжения через разъем питания XP1 «PWR». На вход может быть подано напряжение от 7 до 30 В от стабилизированного или нестабилизированного источника, либо от аккумуляторной батареи (при использовании Li-ion/Li-po батарей или сборок предпочтительными являются конфигурации от 3S до 7S).

При подаче напряжения на разъем питания XP1 «PWR» загорается индикаторный светодиод VD7 «Vin».

Разъем питания XP1 «PWR» защищен от подачи напряжения неправильной полярности. При подаче напряжения неправильной полярности на разъем питания XP1 «PWR» загорается индикаторный светодиод VD8 «+/-».

Преобразование входного напряжения, поданного на разъем питания XP1 «PWR», к стабилизированному значению 5 В шины «5V» осуществляется встроенным DC/DC преобразователем. Питание шины «3.3V_s» и ее ответвлений «3.3V_rf» и «3.3V_wf» обеспечивается линейным регулятором от шины «5V».

Преобразователь интерфейсов USB-UART получает питание только от разъема X1 «USB» и не может получать питание от шины «5V».

2.4. Питание через интерфейс USB

Питание CYBER PRO может осуществляться через разъем X1 «USB». При этом входное напряжение от линии 5 В USB устройства (или блока питания), подключенного к разъему X1 «USB» через электронный ключ, поступает на шину 5 В «5V» CYBER PRO. Электронный ключ отключается при наличии входного напряжения на разъеме питания XP1 «PWR» и включается при его отсутствии. Таким образом питание шины «5V» от разъема XP1 «PWR» является приоритетным по отношению к питанию от разъема X1 «USB».

Преобразователь интерфейсов USB-UART получает питание от разъема X1 «USB» индивидуально и продолжает питаться от него даже при наличии на разъеме XP1 «PWR» входного напряжения.

Отдельной индикации наличия входного напряжения на разъеме X1 «USB» не предусмотрено. О наличии входного напряжения косвенно свидетельствует свечение светодиодов VD23 и VD 25, установленных на линиях Tx_b и Rx_b соответственно, преобразователя интерфейсов USB-UART.

Специальной защиты от переплюсовки и превышения входного напряжения на разъеме X1 «USB» не предусмотрено.

Питание шины «3.3V_s» и ее ответвлений «3.3V_rf» и «3.3V_wf» обеспечивается линейным регулятором от шины «5V».

При питании CYBER PRO от разъема X1 «USB» следует помнить об ограничениях нагрузочной способности линий 5 В интерфейсов USB различных стандартов.

2.5. Питание от внешнего стабилизированного источника 5 В

Шина 5 В «5V» имеет выход на контакты разъемов XP4, XP5, XP6 для питания подключаемых к CYBER PRO дополнительных и периферийных устройств пользователя стабилизированным напряжением 5 В. Существует возможность питания CYBER PRO обратным током через указанные разъемы.

На шине 5 В «5V» CYBER PRO установлен защитный диод (супрессор), обеспечивающий кратковременную защиту от превышения напряжения на шине или переплюсовки. Необходимо помнить, что полноценной защитой такое решение не является и при организации питания CYBER PRO через разъемы XP4, XP5, XP6 следует проявлять осторожность.

Индикацией наличия входного напряжения на контактах разъемов XP4, XP5, XP6 можно считать свечение светодиода VD2 «5V».

Питание шины «3.3V_s» и ее ответвлений «3.3V_rf» и «3.3V_wf» обеспечивается линейным регулятором от шины «5V».

Преобразователь интерфейсов USB-UART получает питание только от разъема X1 «USB» и не может получать питание от шины 5 В «5V» CYBER PRO.

Питание CYBER PRO в целом и отдельных его составных частей напряжением 3,3 В обратным током через контакты разъемов XP4, XP5 недопустимо и может привести к выходу CYBER PRO из строя.

2.6. Питание от интерфейса JTAG

При программировании и отладке микроконтроллеров питание шины «5V» CYBER PRO и, соответственно, шины «3.3V_s» и ее ответвлений «3.3V_rf» и «3.3V_wf» может осуществляться от отладочного интерфейса (программатора) через разъем XP3 стабилизированным напряжением 5 В.

CYBER PRO защищен от переплюсовки напряжения питания, подаваемого через разъем XP3. В остальном, по защите и индикации наличия входного напряжения, питание через разъем XP3 аналогично питанию через разъемы XP4, XP5, XP6.

Следует помнить об ограничении нагрузочной способности линии 5 В отладочных интерфейсов (программаторов) и не подключать к CYBER PRO, получающему питание через разъем XP3, дополнительных и периферийных устройств, питающихся через разъемы XP4, XP5, XP6 от шины «5V».

Допустимо подавать на разъем XP3 питание от стабилизированного источника напряжением 5 В с достаточной нагрузочной способностью и организовывать таким образом питание CYBER PRO не только в отладочном, но и в рабочем режиме, аналогично способу питания через разъемы XP4, XP5, XP6. Тем не менее, подача питания именно через разъемы XP4, XP5, XP6 более предпочтительна.

Питание шины «3.3V_s» и ее ответвлений «3.3V_rf» и «3.3V_wf» обеспечивается линейным регулятором от шины «5V».

Преобразователь интерфейсов USB-UART получает питание только от разъема X1 «USB» и не может получать питание от шины 5 В «5V» CYBER PRO.

2.7. Питание внешних потребителей

CYBER PRO предусматривает питание подключаемых к нему дополнительных и периферийных устройств стабилизированным питанием 5 В и 3,3 В.

При подключении к CYBER PRO внешних дополнительных и периферийных устройств, нуждающихся в питании, рекомендуется питать CYBER PRO через разъем питания XP1 «PWR» для обеспечения достаточной мощности на выходе.

Следует помнить, что стабилизированное питание, подаваемое вовне от CYBER PRO идет непосредственно с шин питания 5 В «5V» и 3,3 В «3.3V_s», от которых питаются все

микросхемы и электронные узлы самого CYBER PRO. Кондуктивные помехи, возникающие на шинах питания, ввиду особенностей работы и/или неисправностей подключенных к CYBER PRO дополнительных и периферийных устройств, такие как: большие пиковые нагрузки, короткие замыкания и индуктивные выбросы, могут негативно сказываться на работе самого CYBER PRO, в том числе, приводить к его перезагрузке.

2.7.1. Питание внешних устройств напряжением 5 В

Выходные разъемы XP4, XP5, XP6 имеют в своем составе контакты, подключенные к шине 5 В «5V» CYBER PRO и предназначенные для питания внешних дополнительных и периферийных устройств.

Максимальная длительная токовая нагрузка на один контакт 5 В не должна превышать 1 А.

Максимальная длительная токовая нагрузка на все контакты 5 В не должна превышать 2 А.

Максимальная кратковременная нагрузка не должна превышать 2,5 А.

Не рекомендуется питать от контактов 5 В электродвигатели, соленоиды и подобные им устройства. Для питания подобных устройств следует использовать соответствующие драйверы.

2.7.2. Питание внешних устройств напряжением 3,3 В

Выходные разъемы XP4, XP5 имеют в своем составе контакты, подключенные к шине 3,3 В «3.3V_s» CYBER PRO и предназначенные для питания внешних датчиков и маломощных периферийных устройств.

Максимальная длительная токовая нагрузка на один контакт 3,3 В не должна превышать 300 мА.

Максимальная длительная токовая нагрузка на все контакты 3,3 В не должна превышать 300 мА.

Максимальная кратковременная нагрузка не должна превышать 500 мА.

Запрещено питать от контактов 3,3 В электродвигатели, соленоиды и подобные им устройства. Для питания подобных устройств следует использовать соответствующие драйверы.

2.8. Индикация состояния системы питания

Для визуального контроля состояния системы питания в состав CYBER PRO включен блок светодиодной индикации, схематично показанный на рисунке 5.

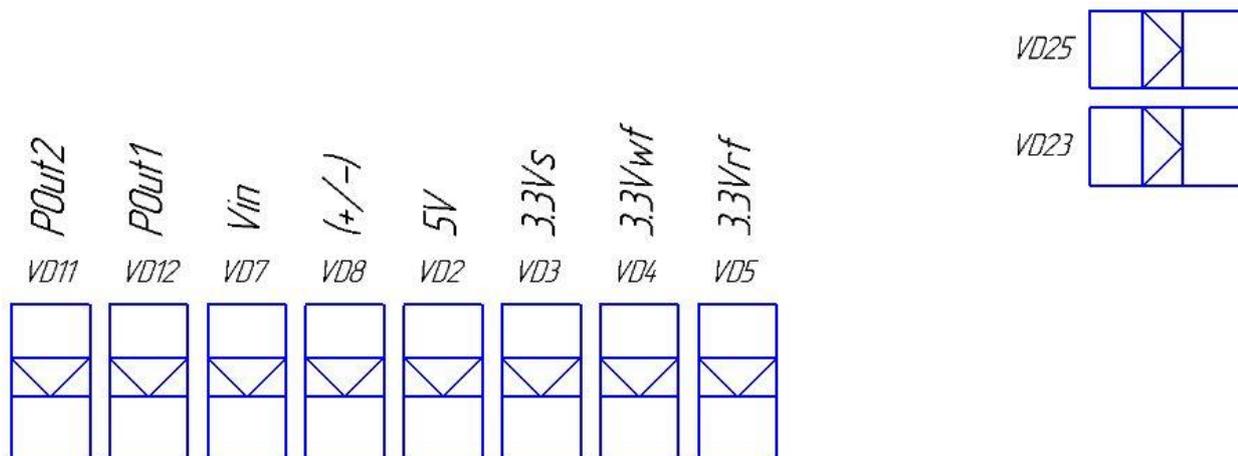


Рисунок 5 – Блок светодиодной индикации

Блок светодиодной индикации позволяет контролировать следующие состояния:

VD11 «Pout2» – подано напряжение на силовую линию «POut2»

VD12 «Pout1» – подано напряжение на силовую линию «POut1»

VD7 «Vin» – наличие входного напряжения на разъеме XP1 «PWR»

VD8 «+/-» – неправильная полярность напряжения на разъеме XP1 «PWR»

VD2 «5V» – наличие напряжения на шине «5V» – светодиод

VD3 «3.3Vs» – наличие напряжения на шине «3.3V_s»

VD4 «3.3Vwf» – наличие напряжения на шине «3.3V_wf»

VD5 «3.3Vrf» – наличие напряжения на шине «3.3V_rf»

Помимо светодиодов основной части блока индикации на CYBER PRO установлены светодиоды VD23 и VD25. Эти светодиоды связаны с линиями Tx и Rx преобразователя USB/UART. По свечению этих светодиодов можно косвенно судить о наличии напряжения на шине «5V_b». Мигание этих светодиодов свидетельствует об осуществлении информационного обмена по интерфейсу USB.

3. Система перезагрузки

Сброс предусмотрен для микроконтроллеров K1986BE92Q (МК1, МК2) и модуля ESP32-PICO-D4 (МК3), входящих в состав CYBER PRO.

Линии сброса двух микроконтроллеров МК1, МК2 объединены в одну общую линию MDR_Rst. Оказывать влияние на эту линию и осуществить одновременный сброс двух микроконтроллеров МК1 и МК2 могут следующие источники сигнала:

- линия nSRST отладочного интерфейса JTAG;
- тактовая кнопка SF1 «RESET»;
- сигнал M1/2Res от модуля МК3 (вывод 34 (GPIO5)).

Модуль ESP32-PICO-D4 имеет индивидуальную линию сброса ESP_Rst. Оказывать влияние на эту линию и осуществить сброс модуля ESP32-PICO-D4 могут следующие источники сигнала:

- тактовая кнопка SF1 «RESET»;
- сигнал ESP_Res от микроконтроллера МК2 (вывод 55 микроконтроллера (PB10)).

Структура системы сброса приведена на рисунке 6.

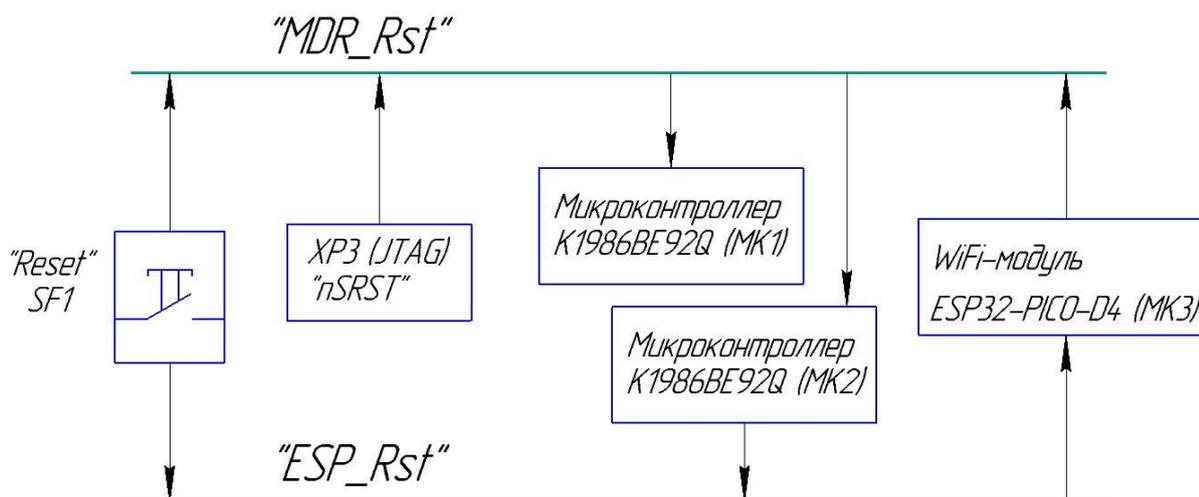


Рисунок 6 – Система перезагрузки

4. Система тактирования

Тактирование микроконтроллеров K1986BE92Q (МК1, МК2), а также приемопередатчика 2,4 ГГц A7105 осуществляется от тактового генератора с частотой 16 МГц. Тактовый генератор питается от шины «3.3V_s» и включается при подаче на нее питания.

Для корректной работы других микросхем и модулей, входящих в состав CYBER PRO, внешнее тактирование не требуется.

5. Программирование и отладка микроконтроллеров K1986BE92Q

5.1. Интерфейс JTAG

Для программирования и отладки микроконтроллеров K1986BE92Q (МК1, МК2) может быть применен интерфейс JTAG, линии которого выведены на разъем XP3 (JTAG).

Микроконтроллеры МК1 и МК2 соединены в JTAG-цепочку (JTAG-chain), что позволяет осуществлять программирование и отладку любого из этих микроконтроллеров через один и тот же разъем.

5.2. Программирование через USB

Загрузка программы в энергонезависимую память микроконтроллеров K1986BE92Q (МК1, МК2) может быть осуществлена по USB интерфейсу через преобразователь интерфейсов USB-UART. При этом используется встроенный в микроконтроллеры МК1 и МК2 UART-загрузчик.

В случае микроконтроллера МК1 загрузчик использует интерфейс UART2 (выводы 2, 3 (PF0, PF1)).

Активация загрузчика выполняется нажатием кнопки SF1 (RESET) при нажатой и удерживаемой кнопке SF2 (MCU_1). При этом важно, чтобы кнопка SF2 (MCU_1) была отпущена позже, чем кнопка SF1 (RESET).

После активации загрузчика может быть осуществлена загрузка программы в микроконтроллер МК1 по USB интерфейсу. Далее, после перезагрузки микроконтроллера МК1 (кратковременным нажатием кнопки SF1 (RESET) или отправкой команды на перезагрузку по USB интерфейсу), загруженная программа будет запущена на выполнение.

В случае микроконтроллера МК2 загрузчик использует интерфейс UART2 (выводы 31, 32 (PD0, PD1)).

Активация загрузчика выполняется нажатием кнопки SF1 (RESET) при нажатой и удерживаемой кнопке SF3 (MCU_2). При этом важно, чтобы кнопка SF3 (MCU_2) была отпущена позже, чем кнопка SF1 (RESET).

После активации загрузчика может быть осуществлена загрузка программы в микроконтроллер МК2 по USB интерфейсу. Далее, после перезагрузки микроконтроллера МК2 (кратковременным нажатием кнопки SF1 (RESET) или отправкой команды на перезагрузку по USB интерфейсу), загруженная программа будет запущена на выполнение.

5.3. Программирование через модуль ESP32-PICO-D4

Загрузка программы в энергонезависимую память микроконтроллеров K1986BE92Q (МК1, МК2) может быть осуществлена по интерфейсу UART через модуль ESP32-PICO-D4 (МК3), выполняющий при этом роль программатора. При этом используется встроенный в микроконтроллеры МК1 и МК2 UART-загрузчик. Передача команд и двоичного кода загружаемой программы со стороны модуля МК3 ведется через интерфейс UART1 (выводы 28, 29 (SD_D2, SD_D3)). Двоичный код загружаемой программы может быть считан модулем МК3 с SD-карты, либо принят по WiFi.

В случае микроконтроллера МК1 загрузчик использует интерфейс UART2 (выводы 2, 3 (PF0, PF1)).

Активация загрузчика микроконтроллера МК1 выполняется модулем МК3 кратковременной (не менее 100 мс) подачей сигнала M1/2Res (вывод 34 (GPIO5)) при установленном сигнале M1r (вывод 35 (GPIO18)). При этом важно, чтобы сигнал M1r был снят не менее, чем на 100 мс позже, чем сигнал M1/2Res. Активные уровни сигналов M1/2Res и M1r – лог. 1.

После активации загрузчика модулем МК3 может быть осуществлена загрузка программы в микроконтроллер МК1 по интерфейсу UART. Далее, после перезагрузки микроконтроллера МК1 (кратковременной (не менее 100 мс) подачей сигнала M1/2Res или отправкой команды на перезагрузку по интерфейсу UART), загруженная программа будет запущена на выполнение.

В случае микроконтроллера МК2 загрузчик использует интерфейс UART2 (выводы 31, 32 (PD0, PD1)).

Активация загрузчика микроконтроллера МК2 выполняется модулем МК3 кратковременной (не менее 100 мс) подачей сигнала M1/2Res (вывод 34 (GPIO5)) при установленном сигнале M2r (вывод 36 (GPIO23)). При этом важно, чтобы сигнал M2r был снят не менее, чем на 100 мс позже, чем сигнал M1/2Res. Активные уровни сигналов M1/2Res и M2r – лог. 1.

После активации загрузчика модулем МК3 может быть осуществлена загрузка программы в микроконтроллер МК2 по интерфейсу UART. Далее, после перезагрузки микроконтроллера МК2 (кратковременной (не менее 100 мс) подачей сигнала M1/2Res или отправкой команды на перезагрузку по интерфейсу UART), загруженная программа будет запущена на выполнение.

6. Программирование модуля ESP32-PICO-D4

Загрузка программы в энергонезависимую память модуля ESP32-PICO-D4 (МК3) может быть осуществлена по USB интерфейсу через микроконтроллер K1986BE92Q (МК2), выполняющий при этом роль программатора. При этом используется встроенный в модуль МК3 UART-загрузчик.

Передача команд и двоичного кода загружаемой программы со стороны микроконтроллера МК2 ведется через интерфейс UART2 (выводы 50, 51 (PB5, PB6)). Двоичный код загружаемой программы микроконтроллер МК2 получает по USB интерфейсу через преобразователь интерфейсов USB-UART на интерфейс UART2 (выводы 31, 32 (PD0, PD1)).

Прием команд и двоичного кода загружаемой программы UART-загрузчиком со стороны модуля МК3 ведется через интерфейс UART0 (выводы 40, 41 (U0RXD, U0TXD)).

Активация загрузчика модуля МК3 выполняется микроконтроллером МК2 кратковременной (не менее 100 мс) подачей сигнала ESP_Res (вывод 55 (PB10)) при предварительно установленном сигнале (вывод 16 (GPIO27)). Активные уровни сигналов ESP_Rst – лог. 1. Установка сигнала осуществляется самим модулем МК3 по команде, полученной от микроконтроллера МК2.

После активации загрузчика микроконтроллером МК2 может быть осуществлена загрузка программы в модуль МК3 по интерфейсу UART. Далее, после перезагрузки модуля МК3 (кратковременной (не менее 100 мс) подачей сигнала ESP_Res или отправкой команды на перезагрузку по интерфейсу UART), загруженная программа будет запущена на выполнение.

7. Пользовательские кнопки

CYBER PRO оснащен тактовыми кнопками SF1 «RESET», SF2 «MCU_1», SF3 «MCU_2». За кнопкой SF1 «RESET» закреплена функция перезагрузки. Кнопки SF2 «MCU_1» и SF3 «MCU_2» могут быть использованы для активации встроенного UART-загрузчика микроконтроллеров K1986BE92Q (МК1, МК2) (см. подраздел Программирование через USB).

Влияние на режим загрузки микроконтроллеров МК1 и МК2 кнопки SF2 «MCU_1» и SF3 «MCU_2» оказывают непосредственно в момент снятия состояния сброса. После этого указанные кнопки могут быть использованы по усмотрению пользователя.

Кнопка SF2 «MCU_1» заведена на вывод 8 (PF6) микроконтроллера МК1. При нажатой кнопке с вывода читается лог. 1, в противном случае – лог. 0.

Кнопка SF3 «MCU_2» заведена на вывод 8 (PF6) микроконтроллера МК2. При нажатой кнопке с вывода читается лог. 1, в противном случае – лог. 0.

8. Силовые выходы

На разъем XP1 «PWR» CYBER PRO выведены силовые линии «Pout1» и «Pout2» коммутируемые к линии «V_in» входного напряжения, поступающего с разъема XP1 «PWR». Линии «Pout1» и «Pout2» предназначены для подачи управляемого (программно включаемого/отключаемого) микроконтроллерами K1986BE92Q (МК1, МК2)) питания от источника напряжением 7–30 В на внешние устройства.

Подача напряжения с линии «V_in» на линию «Pout1» осуществляется если установлен хотя бы один из сигналов (управление по схеме ИЛИ):

- M1F1 от микроконтроллера МК1 (вывод 53 (PB8));
- M2F1 от микроконтроллера МК2 (вывод 53 (PB8)).

Активные уровни сигналов M1F1 и M2F1 – лог. 1. Для индикации факта подачи напряжения на линию «Pout1» служит светодиод VD12 «Pout1».

Подача напряжения с линии «V_in» на линию «Pout2» осуществляется если установлен хотя бы один из сигналов (управление по схеме ИЛИ):

- M1F2 от микроконтроллера МК1 (вывод 54 (PB9));
- M2F2 от микроконтроллера МК2 (вывод 54 (PB9)).

Активные уровни сигналов M1F2 и M2F2 – лог. 1. Для индикации факта подачи напряжения на линию «Pout2» служит светодиод VD12 «Pout2».

На рисунке 7 приведена схема подключения внешних устройств (нагрузки) к линиям «Pout1» и «Pout2».

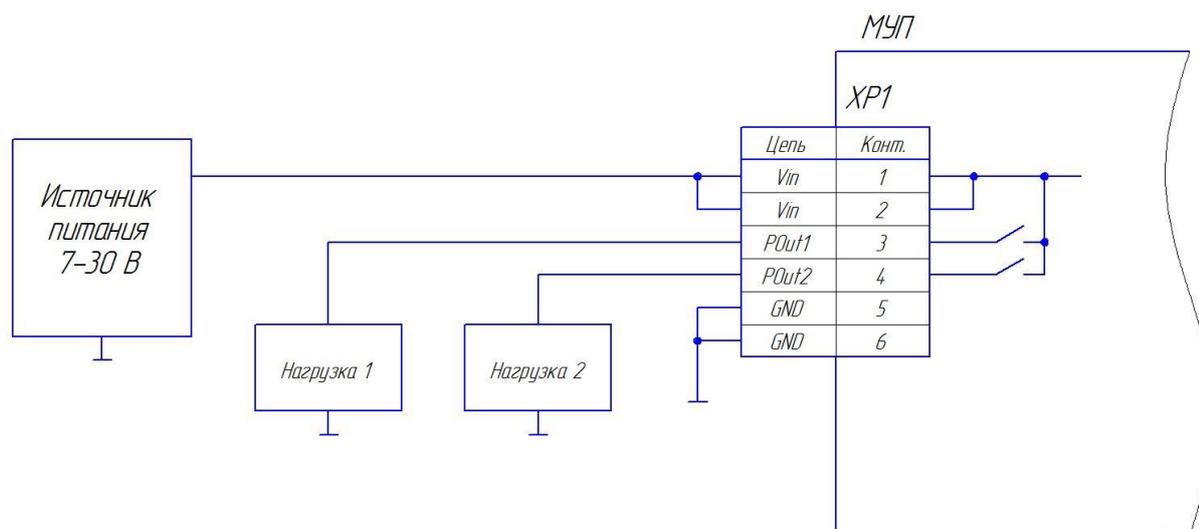


Рисунок 7 – Схема подключения нагрузки к линиям «Pout1» и «Pout2»

9. Выводы общего назначения (GPIO)

На контакты разъемов XP4 и XP5 выведены линии выводов общего назначения микроконтроллеров K1986BE92Q (МК1, МК2). Эти линии могут быть использованы как цифровые входы/ выходы.

На разъем XP4 выведены 3 линии от микроконтроллера МК2 (выводы 63, 61 и 59 (PA0, PA2, PA4)).

На разъем XP5 выведены 3 линии от микроконтроллера МК1 (выводы 63, 61 и 59 (PA0, PA2, PA4)).

9.1. Цифровые входы

Сконфигурированные как цифровые входы, линии общего назначения могут быть использованы для считывания цифровых сигналов (лог. 0 и лог. 1) от внешних цифровых устройств, датчиков и т.п. Лог. 0 определяется в диапазоне напряжений от 0 до 0,8 В. Лог. 1 определяется в диапазоне напряжений от 2 до 3,6 В.

Входы толерантны к логическим уровням 5 В, но рекомендуется приводить уровни входных напряжений к уровню 3,3 В.

9.2. Цифровые выходы

Сконфигурированные как выходы, линии общего назначения могут быть использованы для слаботочного управления внешними подключаемыми устройствами – переключения режимов электронных блоков, управления средствами индикации и т.п. Поданный на линию сигнал лог. 0 соответствует уровню напряжения 0 В, а сигнал лог. 1 – уровню напряжения 3,3 В. Максимальная нагрузочная способность каждой линии 5 мА как для втекающего, так и для вытекающего тока.

10. Выводы ШИМ

На контакты разъемов XP2 и XP5 выведены линии таймеров-счетчиков микроконтроллеров K1986BE92Q (МК1, МК2). Эти линии могут быть использованы для генерации управляющих сигналов ШИМ (сигналов с широтно-импульсной модуляцией), а также для их чтения.

На разъем XP2 выведено 9 линий от 3 таймеров-счетчиков микроконтроллера МК1 (выводы 62, 60, 58 (PA1, PA3, PA5) – таймер-счетчик 1; выводы 26, 22 (PE0, PE2) – таймер-счетчик 2; выводы 43, 45, 50, 52 (PB0, PB2, PB5, PB7) – таймер-счетчик 3).

На разъем XP5 выведено 3 линии от 1 таймера-счетчика микроконтроллера МК2 (выводы 62, 60, 58 (PA1, PA3, PA5) – таймер-счетчик 1).

Характеристики выводов ШИМ по уровням входных и выходных сигналов, а также по нагрузочной способности полностью соответствуют выводам общего назначения.

Любой вывод ШИМ может быть сконфигурирован как вывод общего назначения.

11. Звукоизлучатель

Для звуковой индикации своего состояния и подачи предупреждающих и/или аварийных сигналов CYBER PRO оснащен звукоизлучателем, управляемым от микроконтроллера K1986BE92Q (МК2). Звукоизлучатель не имеет встроенного генератора частоты, что позволяет пользователю формировать звуковые сигналы различных тональностей.

Для формирования необходимого сигнала может быть использован таймер-счетчик 2 МК2 (вывод 22 (PE2)).

12. RGB светодиод

Для световой индикации своего состояния и подачи предупреждающих и/или аварийных сигналов CYBER PRO оснащен индикаторным трехцветным (RGB) светодиодом, управляемым от микроконтроллера K1986BE92Q (МК2).

Индикаторный светодиод способен давать свечение красного, зеленого, синего цветов и различные их комбинации.

Управление индикаторным светодиодом осуществляется от микроконтроллера МК2 дискретными сигналами:

- вывод 40 (PC2) – красный цвет;
- вывод 16 (PE6) – зеленый цвет;
- вывод 52 (PB7) – синий цвет.

Для плавного управления цветом и интенсивностью светового излучения управляющие выводы могут быть сконфигурированы как линии таймера-счетчика 3 микроконтроллера МК2.

13. Карта памяти

В качестве накопителя для энергонезависимого хранения данных, а также для загрузки в микроконтроллеры CYBER PRO переменных пользовательских данных, CYBER PRO оснащен слотом для карты памяти формата SD.

Непосредственно с картой памяти взаимодействует модуль ESP32-PICO-D4 (МК3). Чтение и запись данных осуществляется через интерфейс SD/SDIO (выводы 22, 24, 18, 20, 21, 17 (SD_DATA0, SD_DATA1, SD_DATA2, SD_DATA3, SD_CMD, SD_CLK)).

Для определения наличия карты памяти в слоте на модуль МКЗ заведена линия датчика карты (вывод 15 (GPIO26)). Если карта памяти установлена в слот, вход читается как лог. 0, в противном случае – как лог. 1.

14. Аналоговые входы

Для измерения аналоговых уровней (сигналов) в CYBER PRO применяется аналого-цифровой преобразователь (АЦП), реализованный на микросхеме MAX1238EEE. АЦП, в зависимости от конфигурации CYBER PRO может измерять до 8 однополярных сигналов или до 4 дифференциальных.

Входы АЦП выведены на разъем XP6.

Измерения могут производиться как относительно напряжения питания АЦП (стабилизированное напряжение 5 В), так и относительно более точного источника опорного напряжения (уровень 4,154 В).

Результаты измерения могут быть считаны микроконтроллерами K1986BE92Q (МК1, МК2) по шине I2C1 или шине I2C2 в зависимости от конфигурации CYBER PRO.

15. Инерциальные датчики пространственного положения

Для оценки линейного перемещения, вращения и положения CYBER PRO в пространстве при использовании его в качестве системы управления подвижными платформами в состав CYBER PRO включены следующие инерциальные датчики пространственного положения:

- ICM20689 (IMU1),
- ICM20689 (IMU2) – дублирующий,
- BMI055 (IMU3).

Каждый инерциальный датчик оснащен микромеханическими акселерометром и гироскопом, показания с которых могут быть считаны микроконтроллерами K1986BE92Q (МК1, МК2).

Показания датчика IMU1, в зависимости от конфигурации CYBER PRO, могут быть считаны по шине SPI или по шине I2C1.

Показания датчика IMU2, могут быть считаны по шине SPI.

Показания датчика IMU3, в зависимости от конфигурации CYBER PRO, могут быть считаны по шине SPI, шине I2C1 или шине I2C2.

16. Датчик давления (барометр)

Для определения атмосферного давления и, соответственно, для вычисления относительного перемещения по высоте в состав CYBER PRO включен датчик абсолютного давления MS5611 (микробарометр).

Результаты измерения датчика давления могут быть считаны и обработаны микроконтроллерами K1986BE92Q (МК1, МК2) по шине I2C1 или шине I2C2 в зависимости от конфигурации CYBER PRO.

17. Приемопередатчик 2,4 ГГц

Для информационного обмена по радиоканалу на частоте 2,4 ГГц в состав CYBER PRO включен приемопередатчик соответствующего диапазона на основе микросхемы A7105. Приемопередатчик может быть применен для передачи разного рода телеметрии, данных о состоянии CYBER PRO и подключенных к нему внешних устройств. Также, приемопередатчик может работать на прием управляющих команд, в том числе и по распространенному протоколу управления радиоуправляемыми моделями AFHDS.

CYBER PRO оснащен как встроенной антенной для приемопередатчика, работающей на небольшом расстоянии (порядка 10–20 метров), пригодной для ведения отладки встроенного программного обеспечения и для приложений, не подразумевающих удаления CYBER PRO на существенные расстояния от управляющего приемопередатчика,

так и разъемом для подключения внешней антенны для ведения приемопередачи на больших дистанциях.

Управление приемопередатчиком осуществляется микроконтроллером K1986BE92Q (МК2) по шине SPI_rf (выводы 2, 3, 4, 5 (PF0, PF1, PF2, PF3)).

Выбор рабочей антенны (встроенной или внешней) осуществляется микроконтроллером МК2 (выводы 21, 15 (PE3, PE7)):

- для выбора встроенной антенны необходимо подать на вывод 21 лог. 0, а на вывод 15 лог. 1;
- для выбора внешней антенны необходимо подать на вывод 21 лог. 1, а на вывод 15 – лог. 0.

18. Модуль Wi-Fi/Bluetooth

Для информационного обмена в сетях Wi-Fi стандартов a, b, g, n или сетях Bluetooth V4.2 в состав CYBER PRO включен модуль ESP32-PICO-D4 (МК3). Модуль МК3 может быть применен для передачи разного рода телеметрии, данных о состоянии CYBER PRO и подключенных к нему внешних устройств. Также, приемопередатчик может работать на прием управляющих команд.

CYBER PRO оснащен как встроенной антенной для модуля МК3, работающей на небольшом расстоянии (порядка 10-20 метров), пригодной для ведения отладки встроенного программного обеспечения и для приложений, не подразумевающих удаления CYBER PRO на существенные расстояния от управляющего приемопередатчика, так и разъемом для подключения внешней антенны для ведения приемопередачи на больших дистанциях.

Модуль МК3 построен на основе микроконтроллера Tensilica Xtensa LX6 и управляется встроенным пользовательским программным обеспечением.

В рамках CYBER PRO модуль МК3 может вести информационный обмен с микроконтроллерами K1986BE92Q (МК1, МК2) по интерфейсу UART.

Для взаимодействия с микроконтроллером МК1 со стороны модуля МК3 может использоваться интерфейс UART1 (выводы 28, 29 МК3 (SD_D2, SD_D3)), соединенный с интерфейсом UART2 микроконтроллера МК1 (выводы 2, 3 МК1 (PF0, PF1)).

Для взаимодействия с микроконтроллером МК2 со стороны модуля МК3 может использоваться как интерфейс UART0 (выводы 40, 41 МК3 (U0RXD, U0TXD)), соединенный с интерфейсом UART1 микроконтроллера МК2 (выводы 50, 51 МК2 (PB5, PB6)), так и интерфейс UART1 (выводы 28, 29 МК3 (SD_D2, SD_D3)), соединенный с интерфейсом UART2 микроконтроллера МК2 (выводы 31, 32 МК2 (PD0, PD1)).

К модулю МК3 подключен слот для карт памяти. Модуль МК3 может считывать и записывать данные с/ на карту памяти по интерфейсу SD/SDIO (выводы 22, 24, 18, 20, 21, 17 (SD_DATA0, SD_DATA1, SD_DATA2, SD_DATA3, SD_CMD, SD_CLK)).

Выбор рабочей антенны (встроенной или внешней) осуществляется микроконтроллером МК2 (выводы 34, 30 (PD3, PD4)):

- для выбора встроенной антенны необходимо подать на вывод 34 лог. 0, а на вывод 30 лог. 1;
- для выбора внешней антенны необходимо подать на вывод 34 лог. 1, а на вывод 30 – лог. 0.

19. Шины I²C

Для считывания показаний датчиков и аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) микроконтроллерами K1986BE92Q (МК1, МК2) в CYBER PRO реализованы две шины I²C – I²C1, подключенная к микроконтроллеру МК1, и I²C2, подключенная к микроконтроллеру МК2. Предполагается, что микроконтроллеры МК1 и МК2 преимущественно работают на шинах I²C в режиме Master – опрашивают датчики, но пользователь, в случае необходимости, может сконфигурировать их для работы в режиме Slave. Все остальные абоненты обеих шин I²C в составе CYBER PRO (датчики и АЦП) работают на шинах I²C в режиме Slave.

Примечание.

Каждый датчик и АЦП, имеющий возможность в рамках CYBER PRO быть абонентом шины I²C, может быть выведен как на шину I²C1, так и на шину I²C2, в зависимости от конфигурации CYBER PRO. Конфигурирование CYBER PRO в части формирования состава абонентов шин I²C1 и I²C2 осуществляется установкой определенной комбинации резисторов.

Предусмотрены возможность объединения шин I2C в единую шину, а также вывод линий одной из шин или линий объединенной шины на контакты разъема XP6 для подключения к шине внешних абонентов.

19.1. Подтяжка шин I2C

Для корректной работы шин I2C необходимо, чтобы они были подтянуты к напряжению питания резисторами.

Подтяжка шины I2C1 осуществляется резисторами R29_1 и R31_1 сопротивлением 4,7 кОм.

Подтяжка шины I2C2 осуществляется резисторами R40_1 и R42_1 сопротивлением 4,7 кОм.

В случае объединения шин I2C в единую шину, достаточно установить только резисторы R29_1 и R31_1.

19.2. Подключение контроллеров к шинам I2C

Подключение микроконтроллера МК1 к шине I2C1 или к объединенной шине I2C осуществляется резисторами R29 и R31 сопротивлением 100 Ом. При этом со стороны микроконтроллера МК1 для работы с шиной используется интерфейс I2C_1 (выводы 42, 41 (PC0, PC1)).

Подключение микроконтроллера МК2 к шине I2C2 или к объединенной шине I2C осуществляется резисторами R40 и R42 сопротивлением 100 Ом. При этом со стороны микроконтроллера МК2 для работы с шиной используется интерфейс I2C_1 (выводы 42, 41 (PC0, PC1)).

В случае объединения шин I2C в единую шину, подключение к ней каждого из микроконтроллеров так же осуществляется указанными выше резисторами.

19.3. Подключение инерциального датчика ICM20689 к шине I2C

Один из двух датчиков ICM20689, входящих в состав CYBER PRO, а именно датчик IMU1 может быть абонентом шины I2C.

При надлежащем подключении датчика IMU1 к шине I2C, выбор типа интерфейса (интерфейс I2C) произойдет автоматически.

Установка последнего бита адреса датчика IMU1 на шине I2C производится резисторами R73 и R74 сопротивлением 4,7 кОм:

- устанавливается «1», если установлен резистор R73 и не установлен R74;
- устанавливается «0», если установлен резистор R74 и не установлен R73.

Датчик IMU1 может быть подключен к шине I2C1, либо к объединенной шине I2C. В обоих случаях необходимо установить резисторы R67 и R68 сопротивлением 100 Ом, а также убедиться, что не установлена резисторная сборка R69.

19.4. Подключение инерциального датчика BMI055 к шине I2C

Датчик BMI055 (IMU3) может быть абонентом шин I2C.

Для подключения датчика IMU3 к шине I2C, прежде всего, необходимо осуществить выбор типа интерфейса (интерфейс I2C). Для этого следует установить резистор R80 сопротивлением 4,7 кОм и убедиться в том, что не установлен резистор R84.

Установка последнего бита адреса датчика IMU3 на шине I2C производится резисторами R75 и R85 сопротивлением 4,7 кОм:

- устанавливается «1», если установлен резистор R75 и не установлен R85;
- устанавливается «0», если установлен резистор R85 и не установлен R75.

Для подключения датчика IMU3 к шине I2C1 или к объединенной шине I2C необходимо установить резисторы R89 и R91 сопротивлением 100 Ом и убедиться в том, что не установлены резисторы R88, R90, R72 и резисторная сборка R70.

Для подключения датчика IMU3 к шине I2C2 необходимо установить резисторы R88 и R90 сопротивлением 100 Ом и убедиться в том, что не установлены резисторы R89, R91, R72 и резисторная сборка R70.

19.5. Подключение датчика давления MS5611 к шине I2C

Датчик давления MS5611 может быть абонентом шин I2C. Для подключения датчика давления MS5611 к шине I2C, прежде всего, необходимо осуществить выбор типа интерфейса (интерфейс I2C). Для этого следует установить резистор R81 сопротивлением 4,7 кОм и убедиться в том, что не установлен резистор R86.

Установка последнего бита адреса датчика давления MS5611 на шине I2C производится резисторами R82 и R87 сопротивлением 4,7 кОм:

- устанавливается «1», если установлен резистор R87 и не установлен R82;
- устанавливается «0», если установлен резистор R82 и не установлен R87.

Для подключения датчика давления MS5611 к шине I2C1 или к объединенной шине I2C необходимо установить резисторы R76 и R78 сопротивлением 100 Ом и убедиться в том, что не установлены резисторы R77, R79 и резисторная сборка R83.

Для подключения датчика давления MS5611 к шине I2C2 необходимо установить резисторы R77 и R79 сопротивлением 100 Ом и убедиться в том, что не установлены резисторы R76, R78 и резисторная сборка R83.

19.6. Подключение аналогово-цифрового преобразователя к шине I2C

Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) может быть связан с микроконтроллерами CYBER PRO только по интерфейсу I2C, т.к. не имеет других интерфейсов.

Для подключения АЦП к шине I2C1 или к объединенной шине I2C необходимо установить резисторы R62 и R64 сопротивлением 100 Ом и убедиться в том, что не установлены резисторы R61, R63.

Для подключения АЦП к шине I2C2 необходимо установить резисторы R61 и R63 сопротивлением 100 Ом и убедиться в том, что не установлены резисторы R62, R64.

19.7. Вывод линий шин I2C к контактам разъема XP6

На контакты 8, 9, 10 разъема XP6 могут быть выведены либо аналоговые входы аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) (при этом общее количество аналоговых входов АЦП, выведенных на контакты разъема XP6 достигает 8 шт.), либо линии шин I2C (при этом общее количество аналоговых входов АЦП, выведенных на контакты разъема XP6 – 5 шт.)

Для того чтобы на контакты 8, 9, 10 разъема XP6 были выведены аналоговые входы АЦП, необходимо установить резисторную сборку R83_1 сопротивлением 100 Ом и убедиться в том, что не установлены резисторы R61_1, R62_1, R63_1, R64_1, R83_2.

Для того чтобы на контакты 8, 9, 10 разъема XP6 были выведены линии шины I2C1 или объединенной шины I2C, необходимо установить резистор R83_2 сопротивлением 0 Ом, резисторы R62_1 и R64_1 сопротивлением 100 Ом и убедиться в том, что не установлена резистивная сборка R83_1 и резисторы R61_1 и R63_1.

Для того чтобы на контакты 8, 9, 10 разъема XP6 были выведены линии шины I2C2, необходимо установить резистор R83_2 сопротивлением 0 Ом, резисторы R61_1 и R63_1 сопротивлением 100 Ом и убедиться в том, что не установлена резистивная сборка R83_1 и резисторы R62_1 и R64_1.

19.8. Объединение шин I2C

В случае необходимости, шины I2C1 и I2C2 могут быть объединены в единую шину I2C. При этом оба микроконтроллера МК1 и МК2 могут напрямую осуществлять информационный обмен со всеми абонентами объединенной шины.

Для объединения шин I2C1 и I2C2 в единую шину I2C необходимо убедиться, что подтяжка осуществлена только для шины I2C1 – установлены резисторы R29_1 и R31_1 сопротивлением 4,7 кОм и не установлены резисторы R40_1 и R42_1, а также установлены резисторы R61, R62, R63, R64 сопротивлением 100 Ом.

20. Шина SPI

Все инерциальные датчики и датчик давления, входящие в состав CYBER PRO, могут быть абонентами шины SPI и ведут информационный обмен исключительно в режиме Slave. Линии шины SPI заведены на интерфейс SPI2 микроконтроллера K1986BE92Q (МК1) (выводы 35, 36, 40 (PD5, PD6, PC2)), который ведет информационный обмен исключительно в режиме Master.

20.1. Подключение инерциальных датчиков ICM20689 к шине SPI

Инерциальные датчики ICM20689 (IMU1, IMU2) могут быть абонентами шины SPI. При этом датчик IMU2 может вести информационный обмен в рамках CYBER PRO только посредством шины SPI. Его подключение к шине SPI осуществляется резистивной сборкой R71. Выбор датчика IMU2 для информационного обмена осуществляется сигналом микроконтроллера МК1 (вывод 21 (PE3)).

Для подключения датчика IMU1 к шине SPI необходимо установить резистивную сборку R69 сопротивлением 100 Ом и убедиться в том, что не установлены резисторы R67, R68, R73, R74. Выбор датчика IMU1 для информационного обмена осуществляется сигналом микроконтроллера МК1 (вывод 25 (PE1)).

В самом начале информационного обмена с датчиками IMU1 и IMU2 по шине SPI необходимо установить в их конфигурационных регистрах бит I2C_IF_DIS во избежание их самопроизвольного перехода в режим работы с шиной I2C.

20.2. Подключение инерциального датчика BMI055 к шине SPI

Инерциальный датчик BMI055 (IMU3) может быть абонентом шины SPI. Для подключения датчика IMU3 к шине SPI, прежде всего, необходимо осуществить выбор типа интерфейса (интерфейс SPI). Для этого следует установить резистор R84 сопротивлением 4,7 кОм и убедиться в том, что не установлен резистор R80.

Подключение датчика IMU3 к линиям шины SPI осуществляется установкой резисторной сборки R70 и резистора R72 сопротивлением 100 Ом. При этом следует убедиться, что не установлены резисторы R75, R85, R88, R89, R90, R91.

Выбор акселерометра датчика IMU3 для информационного обмена осуществляется сигналом микроконтроллера МК1 (вывод 16 (PE6)).

Выбор гироскопа датчика IMU3 для информационного обмена осуществляется сигналом микроконтроллера МК1 (вывод 15 (PE7)).

20.3. Подключение датчика давления MS5611 к шине SPI

Датчик давления MS5611 может быть абонентом шин SPI.

Для подключения датчика давления MS5611 к шине SPI, прежде всего, необходимо осуществить выбор типа интерфейса (интерфейс SPI). Для этого следует установить резистор R86 сопротивлением 4,7 кОм и убедиться в том, что не установлен резистор R81.

Подключение датчика давления MS5611 к линиям шины SPI осуществляется установкой резисторной сборки R83 сопротивлением 100 Ом. При этом следует убедиться, что не установлены резисторы R76, R77, R78, R79, R82, R87. Выбор датчика IMU2 для информационного обмена осуществляется сигналом микроконтроллера МК1 (вывод 29 (PD7)).

21. Внешняя шина SPI

Для подключения к CYBER PRO внешних абонентов, способных вести информационный обмен по шине SPI, на контакты разъема XP4 выведены линии интерфейса SPI2 микроконтроллера МК2 (выводы 33, 35, 36 (PD2, PD5, PD6)), которые, в случае необходимости могут быть сконфигурированы пользователем как выводы общего назначения (GPIO). При этом следует помнить, что указанные линии не являются толерантными к уровню 5 В (максимальное подаваемое напряжение 3,6 В).

Подтяжка линий внешней шины SPI к уровню 3,3 В осуществляется пользователем.

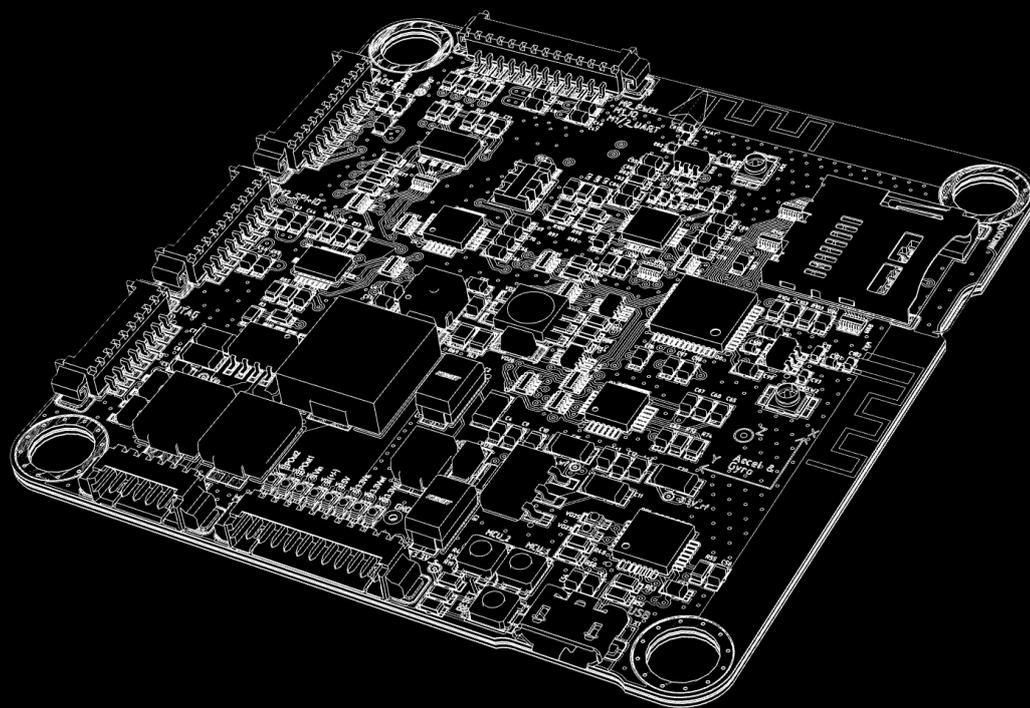
Для выбора абонентов на шине могут быть использованы выводы общего назначения микроконтроллера МК2, также выведенные на контакты разъема XP4.

22. Внешний интерфейс UART

Для подключения к CYBER PRO внешних устройств, способных вести информационный обмен по интерфейсу UART, на контакты разъема XP5 выведены линии интерфейса UART1

микроконтроллера МК1 (выводы 57, 56 (РА6, РА7)) и линии интерфейса UART1 микроконтроллера МК2 (выводы 57, 56 (РА6, РА7)). При этом передающие и принимающие линии микроконтроллеров совмещены. Таким образом, МК1 и МК2 могут вести одновременный прием информации от одного и того же абонента.

UNIS.AERO



Общие вопросы: info@unisnet.ru

Техническая поддержка:
support@unisnet.ru

Отдел продаж: sales@unisnet.ru

Россия, Санкт-Петербург

<https://unis.aero>

