**СОДЕРЖАНИЕ**

[1 Назначение 3](#_Toc126837086)

[Требования к функциональному составу 3](#_Toc126837087)

[Требования к интерфейсам 3](#_Toc126837088)

[Требования к цепям измерения и управления 3](#_Toc126837089)

[Требования к схемотехническим решениям 4](#_Toc126837090)

[ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ 5](#_Toc126837091)

1. Назначение

Предназначен для применения в составе системы автономного взвешивания и опрыскивания крупного рогатого скота Санта-Барбара.

1. Требования к функциональному составу

Возможность подключения от одного до четырех мостовых тензометрических датчиков.

Возможность балансировки сопротивления датчиков.

Вход для антенны WIFI диапазон 2.4ГГц.

Вход для антенны GSM.

Вход для антенны RFID 868МГц.

Вход для антенны LoRa 868МГц.

2 выхода для коммутации нагрузки постоянного тока 9-36В, 10А.

2 выхода для коммутации нагрузки переменного тока 220В 2А.

2 входа для подключения датчиков типа геркон.

Вход для подключения датчика дальности.

Система подогрева печатной платы.

Вход для питания от источника постоянного тока 9-36В.

Вход для программирования микроконтроллера STM32.

Вход для программирования микроконтроллера ESP32.

Слот для подключения micro SIM карты.

Слот для подключения micro SD карты.

3 светодиодных индикатора для программных задач.

Индикация наличия питания 9-36В.

ЭМС по ГОСТ 30804.6.1-2013.

1. Требования к интерфейсам

Отсутствуют.

1. Требования к цепям измерения и управления
2. Аналоговые входы

К аналоговым входам должны подключаться до четырех мостовых тензометрических датчика. Схема подключения приведена ниже:

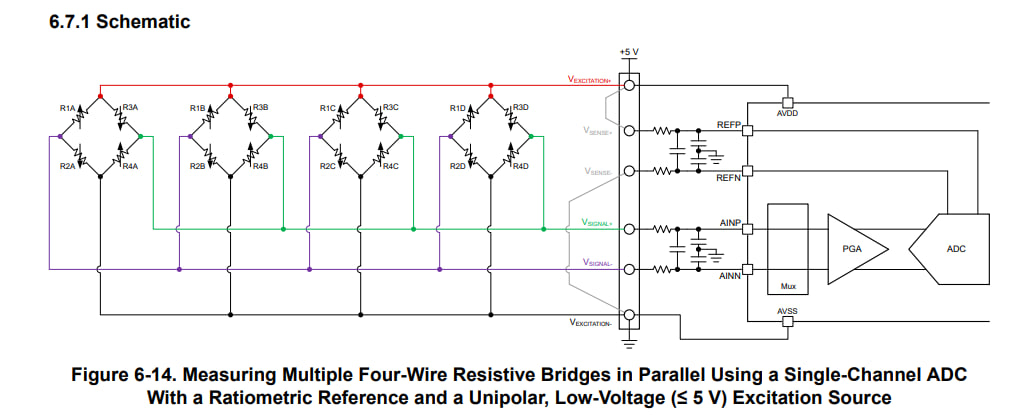


Рисунок 1 – схема подключения тензометрических датчиков

К аналоговых входам будут подключаться тензометрические датчики Zemic H8C-C3-500KG. Необходимо учесть возможность подключения датчиков по 4-ёх и по 6-ти проводной схеме подключения

1. ****Дискретные выходы:****

Параметры дискретных выходов для коммутации нагрузки постоянного напряжения: напряжение нагрузки 9-36В, ток нагрузки продолжительно 10А, максимальная частота переключения 0.5Гц.

Параметры дискретных выходов для коммутации нагрузки переменного напряжения: номинальное действующее напряжение 220В, ток 2А, максимальная частота переключения 0.5Гц.

1. ****Дискретные входы****

Логический ноль 0…4В

Логическая единица 9…24В

Диапазон питающего постоянного напряжения 9-36В.

1. Требования к схемотехническим решениям

Схемотехника изделия должна быть разработана согласно блок схеме на рисунке ниже.

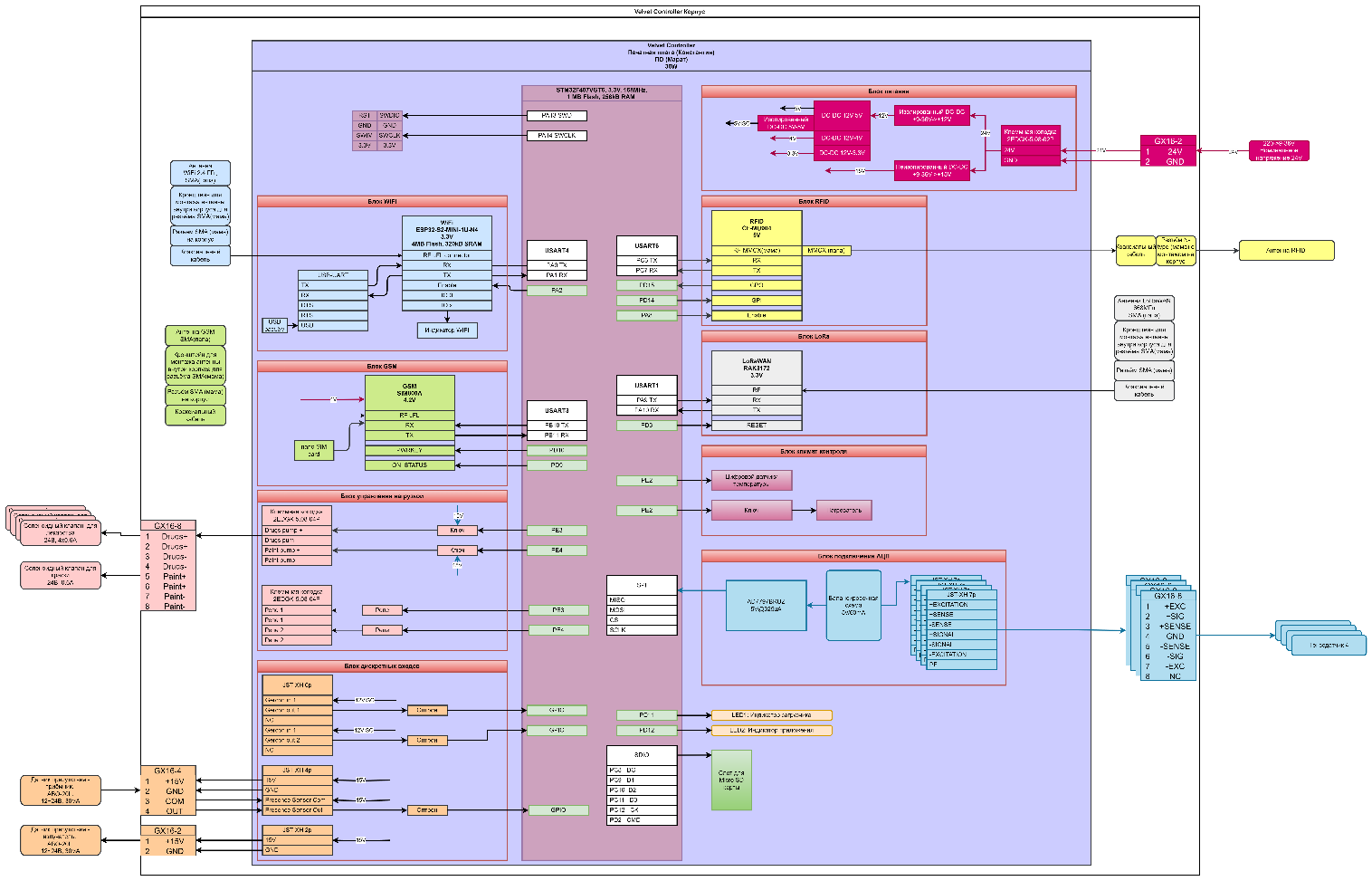


Рисунок 2 – Структурная схема Velvet v2.1

1. Питание

Питание может осуществляться от источника постоянного напряжения 9-36В.

Вход для источника постоянного напряжения должен быть защищен от обратного включения полярности. Вход питания 9-36В должен быть защищен от помех как порт электропитания постоянного тока по ГОСТ 30804.6.1-2013.

Наличие питания должно отображаться светодиодным индикатором зеленого цвета.

Подключение питания к корпусу должно осуществляться через разъём GX16-2. Питание от корпуса должно подключаться кабелем к печатной плате при помощи клеммной колодки типа 2EDGK-5.08-02P прямого типа.

Цепи питания МК1 и МК2 должны быть изолированы от цепи питания 9-36В.

Для работы Velvet необходимо обеспечить следующие уровни напряжения: 3.3В, 4В, 5В, дополнительная изолированная цепь питания 5В, 15В для питания датчика присутствия, 24В для питания соленоидов.

1. Блок микроконтроллера

В качестве основного контроллера должен быть использован МК STM32F407VGT6 (далее МК1).

Для программирования МК должен использоваться интерфейс SWD. Разъём совместимый с TSW-104-07-F-D. При виде сверху распиновка разъёма должна соответствовать приведенной на рисунке ниже:



Рисунок – разъём SWD для программирования МК1

Интерфейс SWD должен быть защищен как сигнальный порт по ГОСТ 30804.6.1-2013.

На передней панели необходимо вывести светодиодные индикаторы для отображения работы загрузчика (жёлтый) и основного приложения (красный).

1. Блок WIFI

Для подключения к сети интернет по технологии WIFI необходимо использовать модуль ESP32-S2-MINI-1U (далее МК2).

Необходимо обеспечить индикацию для модуля светодиодным индикатором, подключенным к свободному выходу общего назначения.

МК1 и МК2 должны быть соединены по интерфейсу UART.

Протокол передачи данных описан в документе «Протокол передачи данных ESP-STM».

Блок WIFI должен быть снабжён коаксиальным кабелем uFL <-> SMA (мама) для соединения с антенной, антенной с разъёмом SMA (папа).

МК1 должен иметь возможность перезагрузить МК2.

Для загрузки в память МК2 управляющей программы необходимо использовать преобразователь USB-UART с дополнительными сигналами DTR, RTS.

Предусмотреть возможность ручной установки уровней сигналов EN, IO0 МК2.

Необходимо установить вертикальный разъём типа Micro USB type B для подключения кабеля Micro-USB. Разъём представлен на рисунке ниже.



Рисунок 4 – разъём Micro USB type B

USB порт должен быть защищен как сигнальный порт по ГОСТ 30804.6.1-2013.

1. Блок GSM

Необходимо использовать модуль GSM SIM800A (далее модуль GSM).

Должна быть возможность установки SIM карты формата NANO.

SIM карта должна устанавливаться и выниматься без извлечения платы из корпуса.

МК1 должен быть подключен к GSM по протоколу UART. Сигналы модуля GSM должны быть согласованы с сигналами МК1. МК1 должен иметь возможность перезагружать модуль GSM.

Блок GSM должен включать антенну GSM с разъёмом SMA (папа) и кабельную сборку с разъёмами uFL и SMA (мама),

Слот подключения SIM карты должен быть защищен как сигнальный порт по ГОСТ 30804.6.1-2013.

1. Блок управления нагрузкой

Блок управления нагрузкой используется для коммутации питания соленоидных вентилей и опциональной нагрузки переменного тока.

Соленоидные вентили используются для подачи лекарства и краски под давлением через специальные форсунки. Клапаны нормально закрытые. Для открытия необходимо подать напряжение на их контакты. Питание для соленоидов должно подаваться через печатную плату Velvet. Силовые линии должны быть изолированы от внутренних сигнальных цепей и цепей питания МК1 и МК2 Velvet.

Напряжение питания соленоидов должно быть в диапазоне от 12В до 36В постоянного тока до 1А. Максимальная частота переключения 0.5Гц. На один выход может быть подключено до 4-ёх соленоидов параллельно. Общий максимальный ток при этом может достигать 4А.

Соленоиды должны подключаться к корпусу при помощи разъёмов GX16-8. Сигналы от корпуса к печатной плате должны подключаться кабелем с клеммной колодкой типа 2EDGK-5.08-4P.

В качестве опциональной нагрузки могут также использоваться двигатели переменного тока. Необходимо установить 2 дополнительных независимых релейных выхода для коммутации номинального переменного напряжения 220В, ток 2А с максимальной частотой переключения 0.5Гц. Подключение нагрузки к релейному выходу должно осуществляться через клеммную колодку типа 2EDG.

1. Блок дискретных входов

Контроллер должен иметь возможность считывать данные с 3-х цифровых датчиков:

- 2 геркона

- 1 датчик прерывания луча.

Подключение герконов к печатной плате должно осуществляться при помощи разъёма JST-XH 6pin.

В качестве датчика прерывания луча для детектирования животного в зоне действия используется датчик ABO-20L состоящий из излучателя и приемника. Напряжение питания датчика 12~24В, максимальный ток потребления 30мА. Для подключения излучателя к корпусу Velvet должен используется разъём GX16-2. Для подключения приемника должна использоваться кабельная сборка с разъёмом GX16-6 и разъёмом JST-XH. Приемник имеет релейный выход (режим работы NC/NO можно выбрать при помощи перемычек в датчике).

Схема включения датчиков прерывания луча:

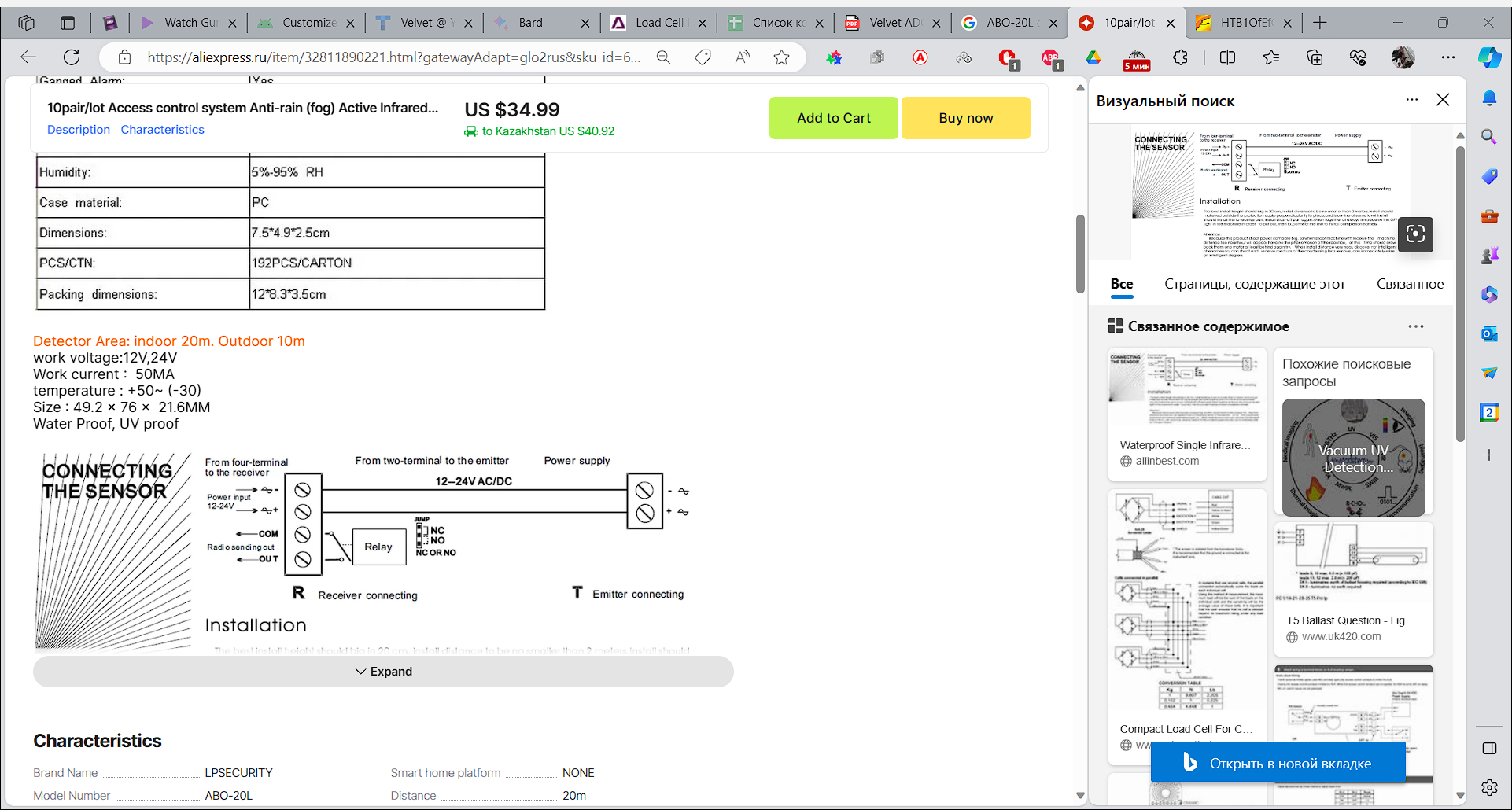


Рисунок – Схема включения датчика прерывания луча

Порты должны быть защищены от статики как сигнальные порты по ГОСТ 30804.6.1-2013.

1. Блок карты памяти

Для хранения логов и другой информации необходимо использовать съёмный накопитель информации - карту типа MicroSD.

Карта должна устанавливаться без извлечения печатной платы из корпуса.

Объём карты памяти до 4 ГБ класс 6.

Порт для установки карты должен быть защищен от статики как сигнальный порт по ГОСТ 30804.6.1-2013.

1. Блок климат контроля

Для обеспечения рабочего режима температуры модуля RFID требуется добавить систему климат контроля внутри корпуса.

Для измерения температуры должен использоваться цифровой датчик с максимальной абсолютной погрешностью измерения ±10С.

Микроконтроллер должен иметь возможность сбрасывать работу датчика температуры.

Для обогрева воздуха используется нагреватель, устанавливаемый на печатной плате.

1. Блок LoRa

Блок LoRa построен на базе модуля RAK3172. Блок должен управляться при помощи UART интерфейса МК1. МК1 должен иметь возможность сбрасывать работу модуля LoRa.

Необходима возможность переключения уровней напряжения сигнала BOOT модуля RAK3172.

Подключение антенны к модулю аналогично блоку WIFI при помощи коаксиального кабеля uFL <-> SMA (мама).

1. Блок RFID

В основе блока RFID должен быть использован модуль CF-MU904 (868MHz).

Для подведения радиочастотного сигнала от корпуса к модулю должен использоваться коаксиальный кабель с разъёмами MCX (папа) <-> N-type (папа).

Сигналы модуля RFID должны быть согласованы с сигналами МК1

МК1 должен иметь возможность сбрасывать работу модуля.

МК1 должен иметь возможность задействовать дополнительные входы и выходы общего назначения модуля (GPI, GPO).

1. Блок АЦП

Блок АЦП должен обеспечивать подключение от одного до четырёх тензометрических датчиков по четырёхпроводной или шестрипроводной схеме.

Тензометрические датчики должны подключаться к устройству кабельной сборкой с разъёмом GX16-8 и разъёмом JST-XH.

В качестве АЦП рекомендуется использовать микросхему AD7797BRUZ.

Входы должны быть защищен от статики как сигнальные порты по ГОСТ 30804.6.1-2013.

1. Требования к конструктиву

В качестве корпуса устройства требуется использовать корпус Xiamen Yingxin Electric Technology Co., LTD YX-F10. Чертеж и общий вид представлены на рисунке ниже.

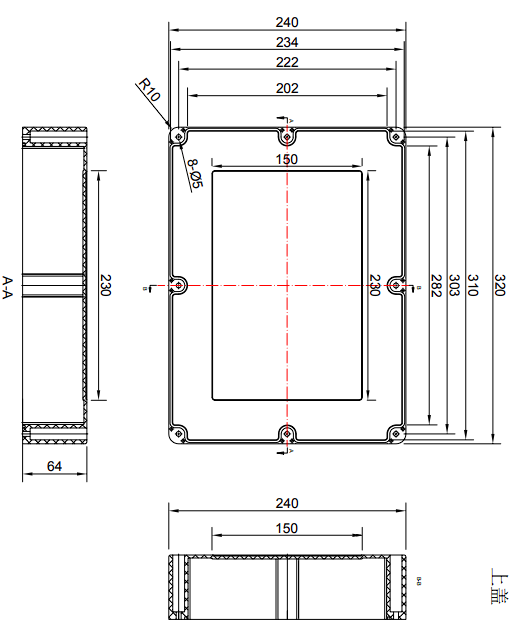
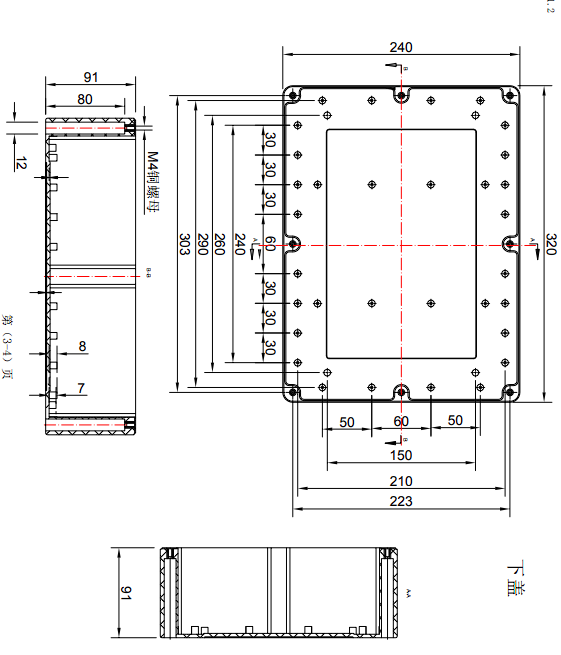
 

Рисунок 6 – корпус Velvet YX-F10

Печатная плата должна крепиться к основанию корпуса с использованием предусмотренных в корпусе углублений для винтов. Печатная плата должна монтироваться при помощи 6-ти винтов.

Velvet v2.1 должен включать в себя:

* печатная плата 1,
* корпус 1,
* комплект метизов для закрепления печатной платы в корпусе,
* кабельная сборка для подключения питания с разъёмом GX16-6 и клеммной колодкой 2EDGK-5.08-02P,
* кабельная сборка для подключения соленоидных клапанов с разъёмом GX16-8 и клеммной колодкой 2EDGK-5.08-04P,
* кабельная сборка для подключения приемника датчика присутствия с разъёмом GX16-4 и разъёмом JST-XH 4pin
* кабельная сборка для подключения излучателя датчика присутствия с разъёмом GX16-2 и разъёмом JST-XH 2pin
* 4 кабельные сборки для подключения тензометрических датчиков с разъёмом GX16-8 и JST-XH 7pin
* Радиочастотная кабельная сборка с разъёмом N-type (мама) и разъёмом MMCX (папа) для подключения антенны RFID
* 3 радиочастотные кабельные сборки с разъёмом SMA (мама) и разъёмом uFL для подключения антенн LORA, WIFI и GSM,
* 3 кронштейна для монтажа антенн с разъёмом SMA внутри корпуса
* антенна GSM 1,
* антенна LORA 1,
* антенна WIFI 1,

Разъёмы питания, датчика присутствия (приемник и излучатель), соленоидов, тензометрических датчиков должны располагаться по длинной стороне корпуса. Антенны необходимо располагать ближе к противоположной стенке.

На рисунке ниже представлена монтажная схема устройства:

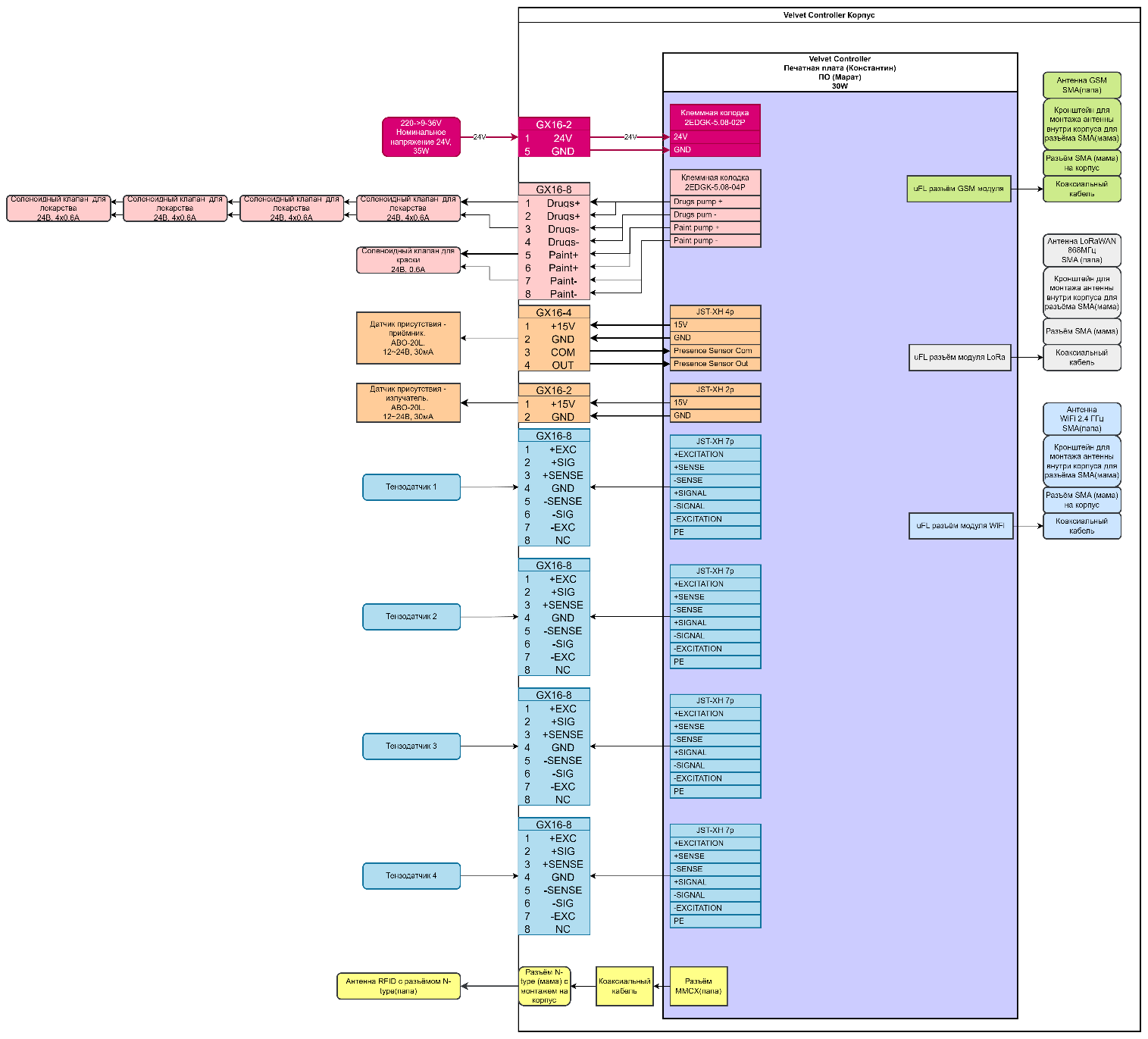


Рисунок 7 – монтажная схема Velvet

Для подключения тензодатчиков, датчиков присутствия и питания к корпусу рекомендовано использовать разъёмы типа GX16.

Для подключения сигналов тензодатчиков и датчиков присутствия от разъёмов GX16 к печатной плате рекомендовано использовать кабельную сборку с разъёмом типа JST-XH на одном конце.

Для подключения сигналов управления соленоидами и питания от разъёмов GX16 необходимо использовать провода с клеммными колодками типа 2EDGK-5.08.

В качестве антенн GSM, WIFI и LoRa необходимо использовать антенны с разъёмом типа SMA (папа) с внутренней резьбой. Для подключения антенн к печатной плате необходимо использовать кабельную сборку с разъёмом uFL и SMA (мама). Антенны должны фиксироваться внутри корпуса. Способ крепления антенн внутри корпуса на усмотрение инженера. Крепление должно обеспечивать простой демонтаж антенн в целях ремонтопригодности.

Для подключения антенны RFID необходимо использовать кабельную сборку типа RF316-03RP1-06BJ2-0152 с разъёмом N-type (мама) на одном и MMCX (папа) на другом конце. Разъём N-type должен быть вмонтирован в корпус устройства.

Требования к печатной плате:

1. Класс точности не выше 4
2. Толщина ПП 1.6мм
3. Количество слоёв не больше 4
4. Печатные платы, геометрия контактных площадок, а также взаимное расположение КП относительно друг друга должно быть оптимизировано под автоматический монтаж
5. Компоненты размещать на верхней стороне ПП, при необходимости возможно размещение компонентов, монтируемых автоматически на одной из сторон, а монтируемых вручную - на верхней или обеих сторонах. Допускается так же монтаж SMD компонентов на обеих сторонах ПП при условии примерно равного по плотности размещения компонентов на каждой из сторон ПП
6. Свободные от сигнальных цепей площади ПП на нижней стороне должны быть залиты полигоном, подключенным к заземляющей клемме внешнего питания модуля (PE).
7. На лицевой стороне печатной платы необходимо разместить изображение герба КазАТУ им.С.Сейфуллина.
8. Разъёмы на печатной плате должны быть промаркированы, контакты подписаны.
9. Требования к проектированию и сдаче проекта заказчику
10. 3 действующих, отлаженных образца изделия.
11. Комплект конструкторской документации, состоящий из:
    1. Схема электрическая принципиальная Э3 (PDF)
    2. Перечень элементов ПЭ3 (в формате XLSX – Microsoft Excel)
    3. Проект в Altium Designer с исходными файлами принципиальной схемы и печатной платы (Altium PCB project, Schematic documents, PCB document)
    4. Технический проект с описанием инженерных решений и обоснованием выбранных компонентов
    5. Файлы для производства печатной платы в формате Gerber и NCDrill
    6. 3d визуализация печатной платы в формате STEP в корпусе без крышки
    7. 3d визуализация печатной платы без корпуса в формате STEP и 2d проекции в формате JPG
    8. Изображение слоёв печатной платы в формате PDF
    9. Опционально в случае использования средств моделирования необходимо предоставить: симуляционные модели, результаты моделирования в виде графиков (JPG, PDF) либо другой подтверждающей документации
    10. 5 устройств Velvet Controller v2.1 в заявленной комплектации, готовые к монтажу на объекте.
    11. Сборочный чертеж печатной платы в формате PDF
    12. Сборочный чертеж устройства в формате PDF
    13. Руководство пользователя в формате DOCX – Microsoft Word
12. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| **№ п/п** | **Пункт и вносимое изменение** | **Ф.И.О. внесшего изменения** | **Подп.** | **Дата** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Инициация | Байгуаныш С.Б. |  | 16.01.2023 |
| 2 | Внесение корректировок для Velvet v2.1 | Байгуаныш С.Б. |  | 14.12.2023 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |