

Интерфейсы вычислительных систем.
Индивидуальное задание.
Вариант 2.1

1. Анализ поставленного задания и разработка структурной схемы

Задание: разработать машинку на радиоуправлении согласно следующим требованиям.

Требования:

1. Устройство должно быть реализовано на базе МК ESP32 (ESP32-D0WDR2-V3).
2. Привод движения представлен 2-я коллекторными двигателями.
3. Привод направления представлен сервоприводом.
4. Аккумулятор должен обеспечивать возможность устройства автономно работать в течение 20 минут.
5. В качестве устройства ввода используется камера.
6. Обеспечить работу устройства ввода по каналу WI-FI.
7. Приемник радиосигнала представлен схемой MX-RM-5V.

Таким образом, структурная схема будет представлена следующими блоками:

1. Блок управления
2. Блок ввода
3. Приемник радиосигнала
4. Блок питания
5. Блок движения
6. Блок направления

Блок управления: МК ESP32 (ESP32-D0WDR2-V3), имеющий встроенный модуль WI-FI, а также поддерживающий большинство низкоскоростных интерфейсов.

$I_{cons} = 240 \text{ mA}$

$V_{dd} = 3,3 \text{ V}$

Блок ввода: Камера OV7670/5642, конфигурируемая по I2C интерфейсу, и передающая изображение по VGA. Так как контроллер не поддерживает аппаратную реализацию, этот интерфейс будет описан программно.

$I_{cons} = 22 \text{ mA}$

$V_{dd} = 2,5 \dots 3 \text{ V}$

<https://robot-kit.ru/3107/>

<https://bitluni.net/esp32-i2s-camera-ov7670>

<https://zizibot.ru/directory/camera/ov7670/>

Приемник радиосигнала: приемник MX-RM-5V обеспечивает прием сигнала по радиоканалу, и транслирует оттуда данные, задействуя всего один GPIO МК, что важно, поскольку блок ввода (камера) задействует до 18 GPIO. Также следует подключить выход приемника через делитель напряжения для согласования с уровнем напряжения на МК.

$I_{cons} = 4,5 \text{ mA}$

$V_{dd} = 5 \text{ V}$

<https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/besprovodnoy-peredatchik-fs1000a-i-priemnik-mx-rm-5v/>

Блок движения: два коллекторных двигателя постоянного тока F130-13180 (ранее выбрал F130-2190) для управления движением вперед-назад. Управлять питанием двигателей мы будем напряжением с выхода МК через транзисторный мост в составе драйвера L298N включенный в цепь питания, считаем что он входит в наш блок.

$I_{cons} = 153 \text{ mA}$ (у прошлого $115 \dots 500 \text{ mA}$)

$I_{cons} (L298N) = 36 \text{ mA}$

$V_{dd} = 5 \dots 6 \text{ V}$ (у прошлого $V_{dd} = 3 \text{ V}$)

<https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/drayver-dvigatelya-l298n/> (драйвер)

Блок направления: серводвигатель MS-1.3-9 с крутящим моментом 1.3кг.см при напряжении 4.8В и диапазонов вращения 180°, обеспечивает выбор направления поворота с его удержанием при внешнем воздействии. Аналогично блоку движения в данном блоке в цепь управления мы включим один MOSFET транзистор, на который подадим ШИМ с МК.

$I_{cons} = 500 \text{ mA}$

$V_{dd} = 5 \text{ V}$

Блок питания: аккумулятор для поддержания автономной работы в течение 20 минут, напряжением не ниже 5В (максимальное напряжение питания, используемое в устройстве) А-BLOCK C60.10BP (никель-кадмиевый, перезаряжаемый), а также кнопка включения-выключения (switch) для подключения к зарядному устройству или же автономной работы, разъем для зарядного устройства.

$V_{dd} = 6 \text{ V}$

$W = 1000 \text{ mAh}$

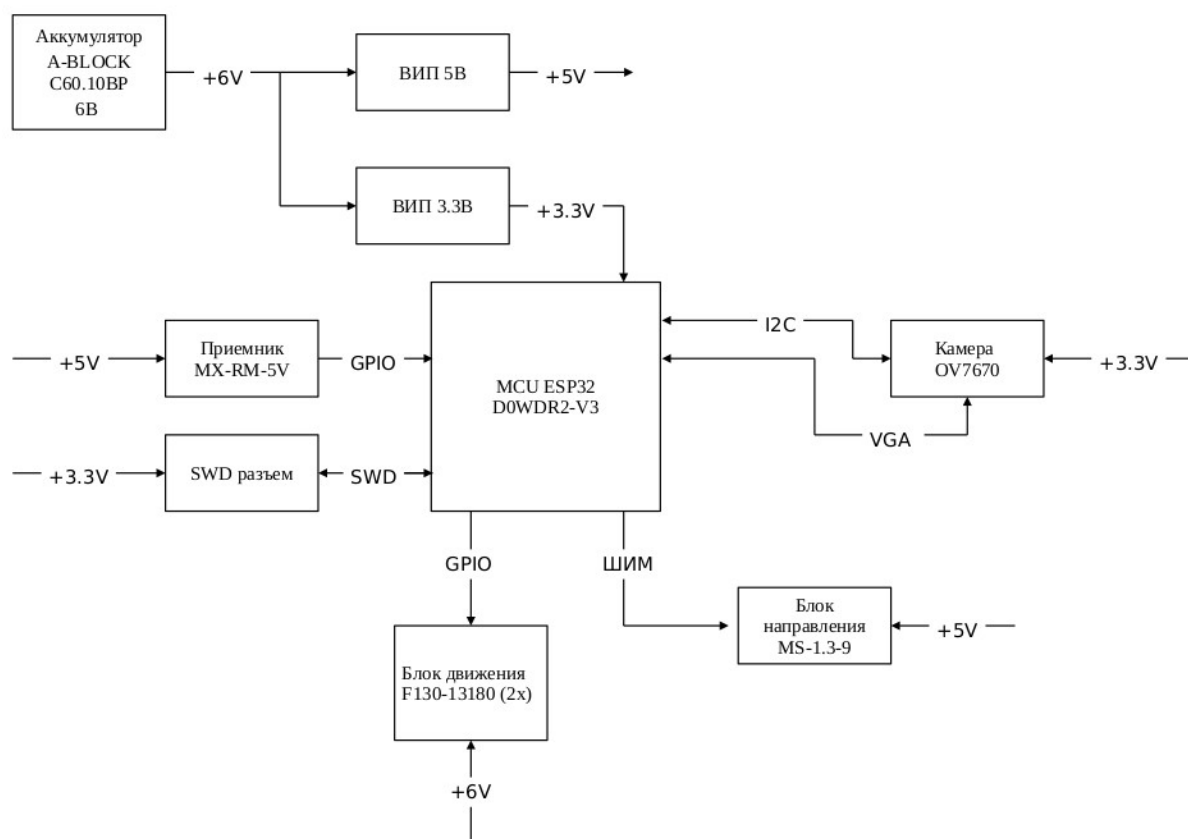


Рисунок 1. Предварительная структурная схема

2. Выбор электронной компонентной базы

Габариты всех элементов адекватно соотносятся с габаритами конечного устройства, не превышают его собственных возможных размеров (относительно аналогов).

Начнем выбор с разъемов и переключателей: нам необходим разъём на 9х2 входов для подключения модуля камеры, также разъём для подключения интерфейса SWD (4 входа) и разъём для внешнего зарядного устройства, для отключения автономного питания на время зарядки добавим переключатель.

В качестве разъёма для зарядного устройства выберем разъём питания гнездо TP-003A 2.5х5.5мм., для отключения питания используем переключатель движковый KLS7-SS-12F19-G5. Для SWD выберем разъём MINTRON-MTP125-1105S1.



Рисунок 2. Разъем гнездо TP-003A
2.5х5.5мм
(<https://www.chipdip.ru/product/tp-003a>)

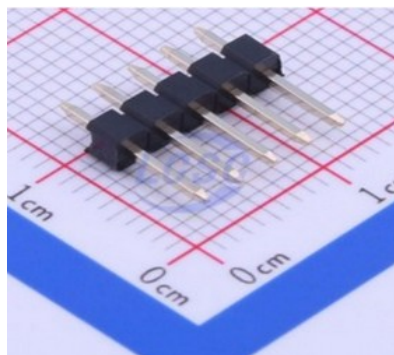


Рисунок 3. Разъем MINTRON-MTP125-1105S1



Рисунок 4. Переключатель KLS7-SS-12F19-G5

<https://www.chipdip.ru/product/cls7-ss-12f19-g5>

Теперь выберем активные элементы и микросхему.

Для блока управления, как уже оговаривалось, нами выбрана микросхема ESP32-D0WDR2-V3, имеющая 48 pin-ов, поддерживающая работу интерфейса I²C, SWD (JTAG) интерфейс, имеющая встроенный ШИМ контроллер, а также обладающая Wi-Fi модулем, необходимым для беспроводной передачи изображения.

В блоке приемника, схема MX-RM-5V обеспечивает прием сигнала по радиоканалу, и транслирует оттуда данные. Необходим резистивный делитель, обеспечивающий понижение напряжения с выхода этой схемы в 1,5 раза ($U_{in}/U_{out} = 5V / 3,3V = 1,5$), для этого используем два резистора номиналами 10кОм и 20кОм.

В блоке ввода используем модуль камеры OV7670/5642, конфигурируемой по I2C интерфейсу, и передающей изображение по VGA. Интерфейс VGA будет поддерживаться программно, для буферизации изображения будет использоваться внутренняя память МК, в связи с этим разрешение изображения будет пониженным.

В блоке движения предлагается использовать два коллекторных двигателя постоянного тока F130-13180 для управления движением вперед-назад. Оба двигателя будут отвечать за перемещение в одном направлении, а его выбор

будет обеспечиваться транзисторным Н-мостом, реализованном в схеме драйвера L298N. Эта схема поддерживает подключение сразу двух двигателей.

В блоке направления будем использовать один N-MOSFET транзистор, для этих целей нам подойдет АО3480А N-MOSFET 30В, пороговое напряжение которого составляет 1.5В, а максимальный допустимый ток сток-исток 5,7А (при нормальных условиях эксплуатации, на высоких температурах — 4,7А). Включим его в цепь управления сервоприводом MS-1.3-9, подключив к затвору выход GPIO, поддерживающий ШИМ. В этом случае допустимый ток сток-исток будет взят с запасом в 11,4 раз, поскольку потребляемый ток сервопривода составляет 0,5мА, а пороговое напряжение — с запасом в 2 раза (3,3В с выхода МК на затвор).

Как уже было указано, для подключения в блоке питания аккумулятора A-BLOCK C60.10BP используем ранее выбранные разъем и подвижный переключатель.

В блоке питания необходимо применить ВИП для формирования напряжения 3,3В для управляющей части схемы. Так как по заданию требуется импульсный ВИП, а потребление управляющей части схемы не более 240мА, выбран DC/DC преобразователь TPS54202DDCR.

Для ВИПа 5В воспользуемся линейным стабилизатором LM317 — ток потребления в цепи питания 5В не превысит 1.1А (два коллекторных двигателя и приемник).

Тогда, дополненная структурная схема примет следующий вид:

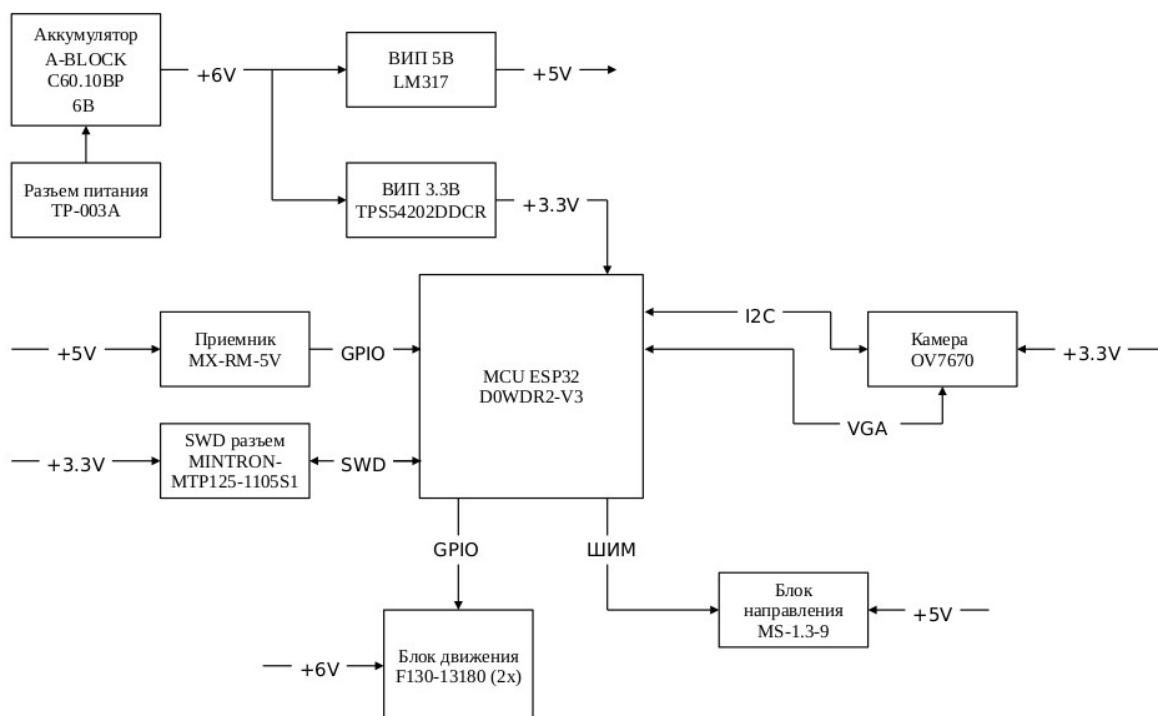


Рисунок 5. Уточненная структурная схема