

# Инструкция по сборке и настройке

## Конструктор модели спутника формата «CubeSat 3U»

«StratoSat» - конструктор функциональной модели спутника формата «CubeSat» предназначен для изучения конструкции мини спутников, их проектирования, сборки, обучения основам эксплуатации электронных устройств, датчиков в условиях, приближенных к космическому полету. Испытания моделей спутников с полезной нагрузкой проводятся во время запланированного запуска в стратосферу.

Конструктор содержит электронные модули и механические детали конструкции спутника и служит для развития технического творчества с расширенными возможностями. На базе конструктора может быть создан учебно-методический комплекс для создания уникальных технических решений в области построения малых спутников и полезных нагрузок. Это не набор деталей для сборки конкретного спутника, а открытая архитектура, позволяющая наращивать программно-аппаратный спутниковый комплекс новыми решениями. Для достижения успеха необходима слаженная работа коллектива участников в области конструирования, программирования, связи и радиоэлектроники.

Данная инструкция не является пошаговой инструкцией для достижения гарантированного результата. Она является основой для творческого процесса с использованием дополнительных источников технической информации. Помимо сборки предлагаемого комплекта необходима творческая разработка уникального дополнительного оборудования - полезной нагрузки, которая будет решающей в достижении результата.

Работа по созданию мини спутника открывает дорогу в космос всем желающим!  
Желаем успехов в создании больших спутниковых комплексов!

### Требования по технике безопасности

При сборке комплекта и дальнейшей работе по доработке спутника необходимо соблюдать требования по технике безопасности. Несмотря на продуманную и безопасную конструкцию деталей и электронных модулей необходимо быть внимательными при пайке и сборке комплекта. Особое внимание необходимо обратить при работе с устройствами с питанием от сети 220В, работе с техническими жидкостями и острым ручным инструментом.

Для сборки и настройки электроники спутника необходимо иметь рабочее место, оборудованное источником света, паяльной станцией, набором ручного инструмента, компьютером с выходом в интернет и мультиметром.

Для монтажа дополнительных модулей на основной плате бортового компьютера (БК) необходимо иметь навыки ручной пайки.

## Комплектация конструктора

Набор компонентов для сборки функциональной модели спутника 3U включает:

- Рама корпуса спутника формата CubeSat размера 3U изготовленная методом фрезерования из алюминиевого сплава
- Защитные боковые панели корпуса, изготовленные методом ЧПУ нарезания из прозрачного пластика
- Бортовой центральный вычислительный модуль с контроллером Atmega 2560, разъёмами для подключения дополнительных модулей, дополнительными управляемыми каналами питания для подключения полезной нагрузки.
- Модуль GPS/ГЛОНАСС приёмника со встроенной панельной антенной, обеспечивающий работу на высотах до 50 км
- Модуль датчиков (3х осевой акселерометр, 3х осевой гироскоп, 3х осевой магнитометр, барометр)
- Модуль бортовой записи данных телеметрии обеспечивающий запись на карту памяти формата microSD
- Модуль радио трансивера для передачи телеметрии на приёмную станцию и получения команд управления. Рабочая частота 433 МГц
- Модуль электропитания, включающий в себя аккумулятор с системой термоконтроля и терморегуляции. Характеристики аккумулятора: Lilon 3s1p 12.6в 3400 мАч
- Ключ активации питания с флагом «убрать перед полётом»
- Макетная плата для интеграции в систему полезной нагрузки размер платы 80x84 мм
- Зарядное устройство для аккумулятора 12.6в 2А
- Кабель USB длиной 1м
- Устройство приёма телеметрии и управления на частоте 433 МГц
- Транспортный кейс
- Комплект винтов для сборки
- Наклейки
- Отвертка шестигранная 2мм
- Антенна 2шт.
- Дозиметр
- Камера



## Упаковка конструктора

Узлы и детали конструктора расположены в пластиковом ударопрочном кейсе. После сборки модели спутника кейс используется для хранения и транспортировки собранного спутника к месту запуска.

Электронная часть модели спутника состоит из 2-х узлов: платы электропитания с аккумулятором и основной платы БК, на которой расположен полетный контроллер, платы датчиков и устройства приема-передачи сигналов управления и телеметрии с наземной станции управления (НСУ).

Узлы и модули проверены на работоспособность и подготовлены для финального этапа сборки. Платы датчиков и устройства связи необходимо аккуратно запаивать в соответствующие обозначенные места. Пайка осуществляется с использованием паяльника (паяльной станции), припоя и флюса соответственно. После запаивания компонентов необходимо аккуратно удалить остатки флюса с платы. Очистку от флюса лучше всего производить с использованием этилового или изопропилового спирта.

Собранный блок, включающий плату электропитания и плату БК, монтируется на металлическом каркасе спутника при помощи четырех винтов крепления электроники к раме и латунных стоек.

Плата электропитания активируется переключением тумблера в верхнее положение. Ярким флажком "снять перед полетом" осуществляется блокировка включения тумблера. Для включения системы необходимо сделать несколько оборотов ключа против часовой стрелки и вынуть его, после чего включить тумблер. Для отключения питания тумблер переключается в нижнее положение, после чего ключ вставляется в отверстие и поворачивается по резьбе для предотвращения несанкционированного включения системы.

Общий ток потребления дополнительных устройств по цепи 5 В не должен превышать 3 А. Во время настройки системы "на столе" необходимо учитывать, что радиатор и отдельные элементы платы источников питания нагреваются во время работы.

Подключение аккумулятора к плате электропитания осуществляется следующими разъемами:

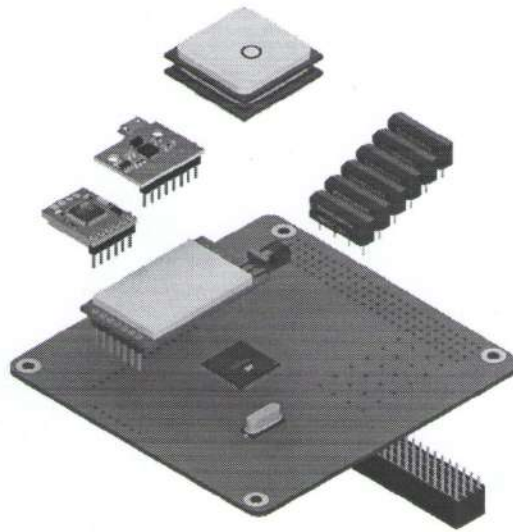
- основной разъем питания XT30 (два контакта)
- разъем встроенного термодатчика DS18B20 (три контакта), включается в разъем TEMP на плате питания, темный провод соответствует контакту GND
- разъем встроенного нагревателя (два контакта), включается в разъем HEAT на плате питания, нагреватель не имеет полярности

Запрещается подача питания на основную плату БК, на которой установлен радиомодуль без подключенной антенны, так как это может привести к выходу из строя устройства.

Сборка металлического каркаса спутника осуществляется согласно перечню крепежных элементов. При сборке используются винты из набора крепежа. Боковые защитные панели устанавливаются на каркас после финальной сборки дополнительных устройств и проверки электроники спутника. Установка верхней защитной панели считается правильной в случае точного совпадения отверстия для антенны с расположением антенны. Перед установкой панелей необходимо снять защитную пленку.

Наземное приемо-передающее устройство подключается к компьютеру при помощи кабеля USB.

Конструктор содержит все необходимые электронные устройства для обеспечения связи спутника с наземной станцией управления, получения координат и информации от встроенных датчиков, а также источник питания, обеспечивающий питание штатных устройств конструктора и полезной нагрузки.



Для оперативного решения технических вопросов, связанных со сборкой и функционированием узлов и модулей конструктора участникам доступен консультационный канал в приложении Telegram.

Проектирование и настройка дополнительных систем и устройств спутников осуществляется учащимися самостоятельно.

При выявлении неработающих узлов и модулей необходимо сообщить в консультационный канал для решения вопроса по замене.



### Распиновка межплатного разъема

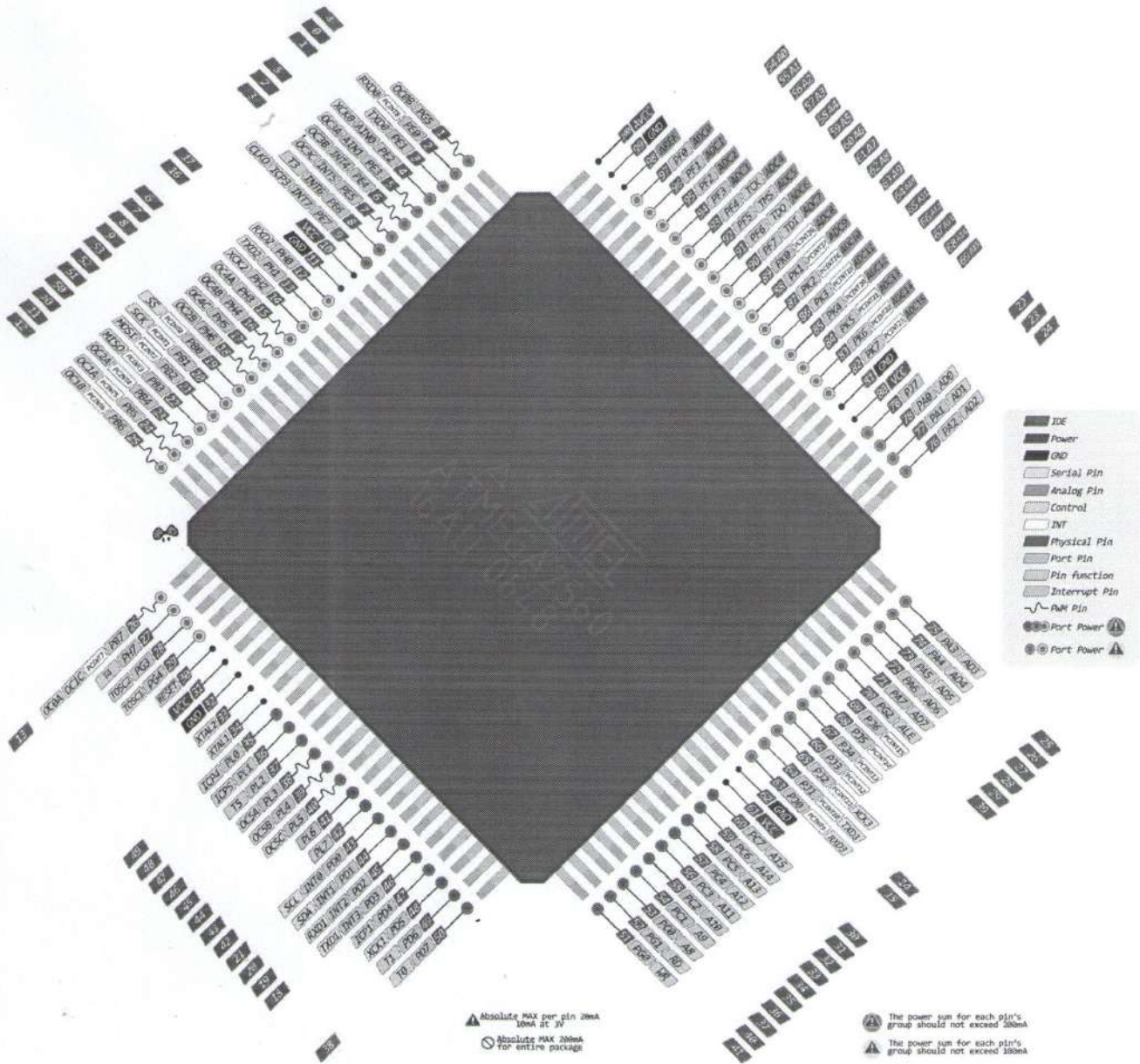
	1	2	3	4	
1	MISO	MOSI	USB +5V	GND	4
5	SCK	SS	RST	GND	8
9	RX0(USB)	TX0(USB)	EPS +5V	GND	12
13	RX1(Radio)	TX1(Radio)	EPS +5V	GND	16
17	RX2(Logger)	TX2(Logger)	EPS +5V	GND	20
21	RX3(GNSS)	TX3(GNSS)	EPS +5V	GND	24
25	SCL	SDA	EPS +5V	GND	28
29	A10	D10 (1Wire, Temp)	EPS +5V	GND	32
33			EPS +3V3	GND	36
37			EPS +3V3	GND	40
41	A2	D2 (PWM)	CH1 +5V (D42)	GND	44
45	A3	D3 (PWM)	CH2 +5V (D43)	GND	48
49	A4	D4 (PWM)	CH3 +5V (D44)	GND	52
53	A5	D5 (PWM)	CH4 +5V (D45)	GND	56
57	A6	D6 (PWM)	INV CH5 +5V (D46)	GND	60
61	A7	D7 (PWM)	INV CH6 +5V (D47)	GND	64
65	A8		CH1 BAT+ (D48)	GND	68
69	A9		CH2 BAT+ (D49)	GND	72
73			BAT+	GND	76
77			BAT+	GND	80
81					84
85					88
89					92
93	D10 (1Wire, Temp)	EPS +3V3	EPS +3V3	GND	96
97	D11 (BatHeatCtrl)	EPS +5V	EPS +5V	GND	100
101	A11 (BatCurrent)	BAT+	BAT+	GND	104
	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	

Примечания:

- Напряжение внешнего источника опорного напряжения для аналоговых входов – 2,5 В.
- **INV** – инверсная логика управления каналом.
- Датчики температуры на шине **1Wire** – DS18B20.
- Аналоговые входы **A5-A9** подключены через делители напряжения 6.8/1.1 кОм.
- Напряжение аккумулятора подключено к аналоговому входу **A14** через делитель напряжения 6.8/1.1 кОм.
- Напряжение питания +5В подключено к аналоговому входу **A12** через делитель напряжения 6.8/4.7 кОм.
- Напряжение питания +3.3В подключено к аналоговому входу **A13** через делитель напряжения 4.7/6.8 кОм.
- Датчик тока на плате электропитания – ACS712 (5A), подключен к аналоговому входу **A11** через делитель напряжения 6.8/6.8 кОм.
- Контакт Logger RX можно подключать к контакту TX2(Logger) или TX0(USB) контроллера посредством перемычки XT9.
- Контакт Logger TX можно подключать к контакту RX2(Logger) контроллера посредством перемычки XT10.
- На линию питания 3,3 В нельзя подключать нагрузку более 300 мА.



# Распиновка микроконтроллера ATmega2560



## Фото-видео камера

Матричный модуль с объективом 160 градусов для модуля камеры ESP32 OV2

Матрица 2 миллиона пикселей

Угол обзора объектива 160 градусов

Длина соединительной ленты 2 см.

Модуль ESP32-CAM имеет размер 27x40,5x4,5 мм.

Минимальное потребление тока в спящем режиме - 6mA.

Беспроводной интерфейс: 802.11b/g/n Wi-Fi + BT/BLE модуль SoC

Имеет двухъядерный 32-бит процессор

До 240 МГц, до 600 DMIPS

Встроенный 520 КБ SRAM, внешний 4 м PSRAM

Поддержка интерфейсов, таких как UART/SPI/I2C/PWM/ADC/DAC

Поддержка камер OV2640 и OV7670 со встроенной вспышкой

Поддержка загрузки изображений WiFi

Поддержка tf-карты

Поддержка нескольких режимов сна

Встроенные Lwip и FreeRTOS

Поддержка режима работы STA/AP/STA + AP

Поддержка Smart Config/AirKiss в один клик распределительная сеть

Поддержка последовательного локального обновления и удаленного обновления прошивки (FOTA)



## Программное обеспечение

В качестве среды разработки ПО используется Arduino IDE, доступная по ссылке:  
<https://www.arduino.cc/en/software>

Для программирования модуля БК спутника необходимо в меню “Инструменты” выбрать:

1. Плата - Arduino AVR Boards - Arduino Mega or Mega 2560.
2. Порт - <Активный порт подключения модуля БК>.
3. Нажать кнопку загрузки программы в микроконтроллер.

Для радиообмена с наземной станцией управления необходимо в программе контроллера:

1. Установить значение цифровых выходов **D8** и **D9** в состояние OUTPUT.
2. Запустить последовательный порт Serial1 на скорости 9600 бит/с.
3. Отправить сообщение в последовательный порт командой Serial1.print().

Для радиообмена с модулем БК на пункте управления необходимо:

1. Подключить наземную станцию управления к порту USB.
2. Запустить окно Arduino IDE (дополнительное).
3. В меню “Инструменты” выбрать “Монитор порта”, скорость 9600 бит/с.

Обратите внимание, что скорость передачи данных по радиоканалу ограничена и составляет порядка 800 бит/с (100 символов в секунду). Следите за тем, чтобы количество передаваемых данных не превышало возможности радиоканала. Для дополнительного контроля при передаче сообщений доступен цифровой вход **D69**, подключенный к контакту AUX радиомодуля.

**Важно:** При программировании модуля БК спутника необходимо с особой внимательностью управлять цифровым выходом **D11**, отвечающим за включение нагревателя аккумулятора. Многократно проверяйте алгоритм управления и контролируйте температуру аккумулятора.

