

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!

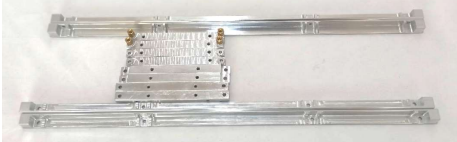
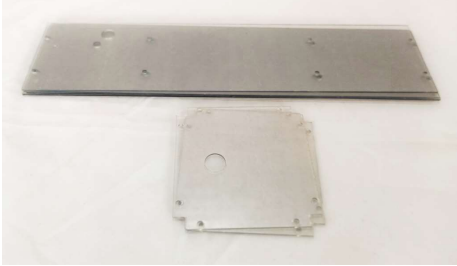
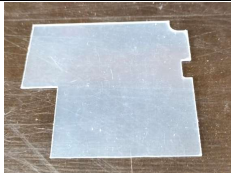

Требования по технике безопасности

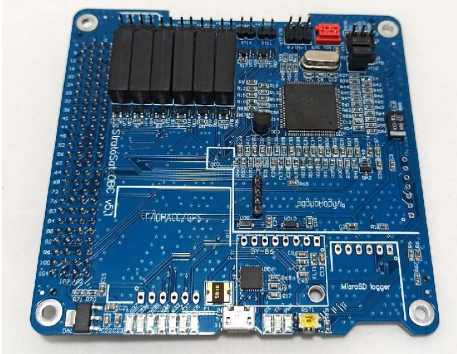




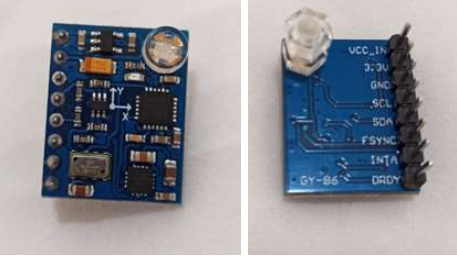
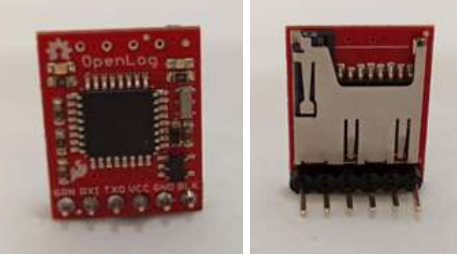

При сборке комплекта и дальнейшей работе по доработке спутника необходимо соблюдать требования по технике безопасности. Несмотря на продуманную и безопасную конструкцию деталей и электронных модулей необходимо быть внимательными при пайке и сборке комплекта. Особое внимание необходимо обратить при работе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

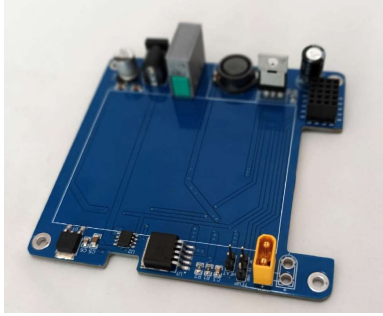
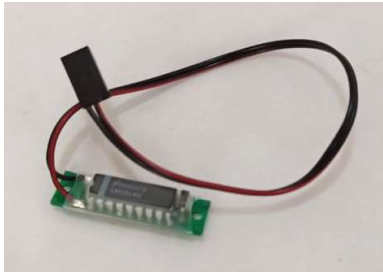

Для сборки и настройки электроники спутника необходимо иметь рабочее место, оборудованное источником света, паяльной станцией, набором ручного инструмента, компьютером с выходом в интернет и мультиметром.

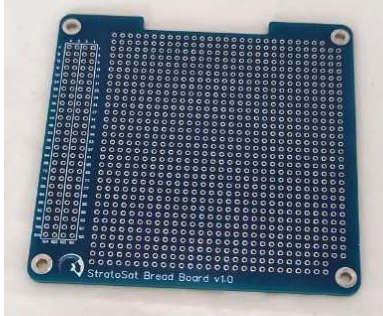









Для монтажа дополнительных модулей на основной плате бортового компьютера (БК) необходимо иметь навыки ручной пайки.

Комплектация конструктора

Корпус	
Алюминиевая фрезерованная рама спутника - 12 элементов	
Внешняя защитная панель - 6 шт. <i>Прозрачные защитные панели, изготовленные из пластика ПЭТ 1,5мм. Панель, расположенная со стороны разъёма питания и ключа, имеет специальные отверстия.</i>	
Внутренняя защитная панель аккумулятора <i>Устанавливается между аккумулятором и модулем БК</i>	
Промежуточный крепежный элемент - 2 шт. <i>Устанавливается внутри рамы спутника для крепления дополнительных модулей</i>	
Метизы для сборки	
Винт для крепления электроники к раме - 4 шт.	M3x55, нерж. сталь A2
Винт для крепления модуля датчиков	M3x10, пластик
Гайка для крепления модуля датчиков - 2 шт.	Гайка, пластик
Винт для крепления элементов рамы - 18 шт.	M3x10, черный, потайной
Винт для крепления внешних защитных панелей к раме - 50 шт.	M3x8, нерж. сталь A2
Винт для крепления макетной платы - 10 шт.	M3x4, нерж. сталь A2

Модуль бортового компьютера	
<p>Плата бортового компьютера Бортовой компьютер с контроллером Atmega2560, термодатчиком, разъёмами для подключения дополнительных модулей и управляемыми каналами питания для подключения полезной нагрузки</p>	
<p>ГЛОНАСС/GPS приемник Модуль BN-880 для приема данных местоположения в формате NMEA</p>	
<p>Радиомодуль Приемопередатчик, работающий по протоколу LoRa на частоте 433МГц. Обеспечивает связь БК с наземной станцией управления</p>	
<p>Антенна Обеспечивает излучение и прием радиосигнала, 420-450 МГц, разъем SMA</p>	
<p>Переходник угловой SMA Обеспечивает подключение антенны к радиомодулю</p>	
<p>Модуль датчиков 3х-осевой датчик ускорения (акселерометр) MPU6050, 3х-осевой датчик магнитного поля HMC5883L, датчик давления воздуха (барометр) MS5611</p>	
<p>Модуль записи данных Модуль записи данных на microSD карту памяти. Для работы с данным модулем можно использовать microSD карты, емкость которых находится в диапазоне от 64 МБ до 64 ГБ. Карта должна быть отформатирована в формате FAT32.</p>	
<p>Карта памяти microSD Карта памяти для записи полетных данных</p>	

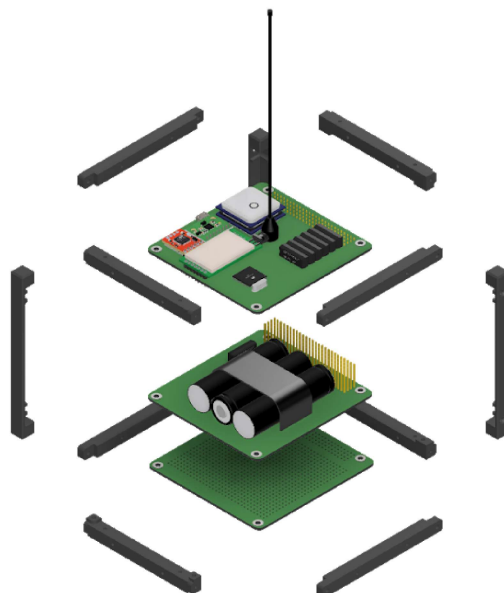
Модуль электропитания	
<p>Плата электропитания <i>Обеспечивает подключение аккумулятора, нагревателя и термодатчика к модулю БК</i></p>	
<p>Аккумулятор <i>Аккумулятор 3S 12В для питания систем спутника, имеет встроенный нагреватель и термодатчик для обеспечения заданного БК теплового режима</i></p>	
<p>Индикатор заряда <i>Показывает наличие питания и уровень заряда аккумулятора</i></p>	
<p>Ключ включения <i>При извлечении активирует подачу питания в систему спутника</i></p>	
<p>Межплатный соединитель - 4 шт. <i>Обеспечивает подключение модуля электропитания к модулю БК</i></p>	
<p>Корпус модуля электропитания <i>Элемент конструкции, ограничивает теплообмен с окружающей средой</i></p>	
<p>Зарядное устройство <i>Предназначено для зарядки аккумулятора модуля электропитания, 12.6В 2А</i></p>	

Макетная плата StratoSat	
<p>Макетная плата</p> <p>Макетная плата для опциональной интеграции в систему полезной нагрузки</p>	
Устройство приёма телеметрии и управления	
<p>Приемопередатчик</p> <p>Обеспечивает связь наземной станции управления с БК спутника</p>	
<p>Антенна</p> <p>Обеспечивает излучение или прием радиосигнала, 420-450 МГц, разъем SMA</p>	
Инструмент	
Отвертка шестигранная 2 мм	
Отвертка шлицевая	
Пластиковый ключ для разъема SMA	
Локтайт	
Кардридер	
Кабель USB	
Транспортировочная упаковка	
Противоударный кейс	

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.

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 ключом с ярким флажком “снять перед полётом”. Для включения системы необходимо сделать несколько оборотов ключа против часовой стрелки и вынуть его. Для отключения питания 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:

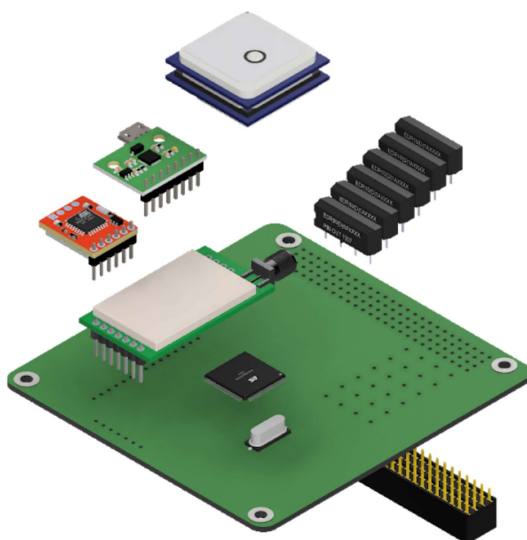
- основной разъем питания XT30 (два контакта)
- разъем встроенного термодатчика DS18B20 (три контакта), включается в разъем TEMP на плате питания, темный провод соответствует контакту GND
- разъем встроенного нагревателя (два контакта), включается в разъем HEAT на плате питания

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

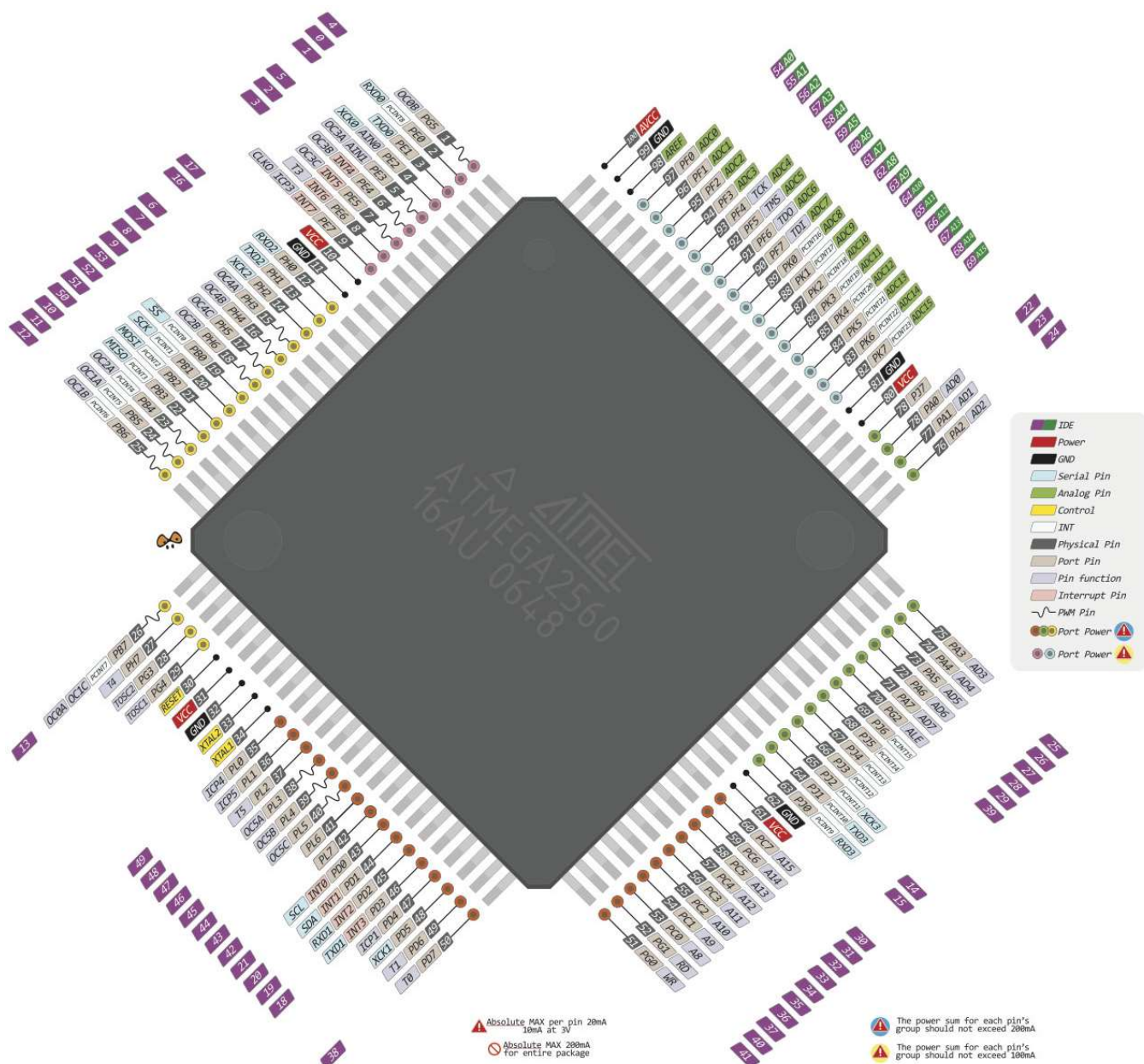
	1	2	3	4	
1	MISO	MOSI	USB +5V	GND	4
5	SCK	SS	RST	GND	8
9	RX0(USB)	TX0(USB)	EPS +5V	GND	12
13	RX1(Radio)	TX1(Radio)	EPS +5V	GND	16
17	RX2(Logger)	TX2(Logger)	EPS +5V	GND	20
21	RX3(GNSS)	TX3(GNSS)	EPS +5V	GND	24
25	SCL	SDA	EPS +5V	GND	28
29	A10	D10 (1Wire, Temp)	EPS +5V	GND	32
33					36
37					40
41	A2	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					76
77					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
	101	102	103	104	

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.

Распиновка микроконтроллера ATmega2560



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().

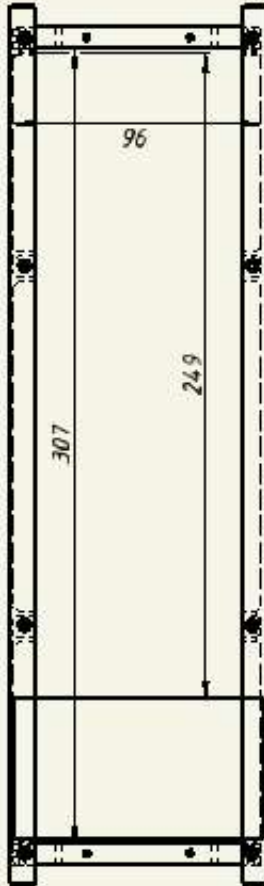
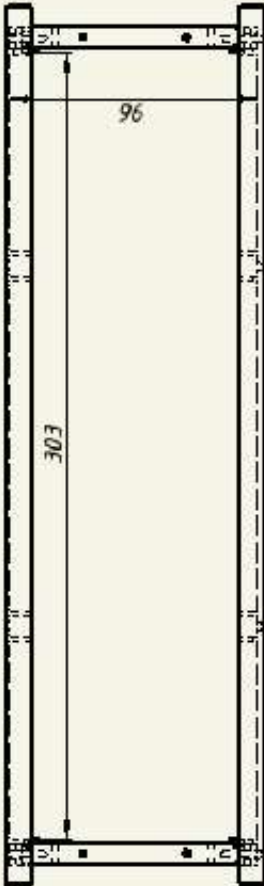
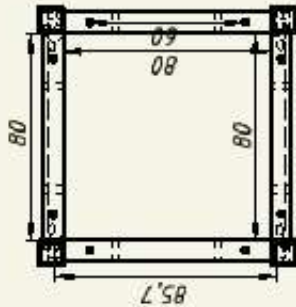
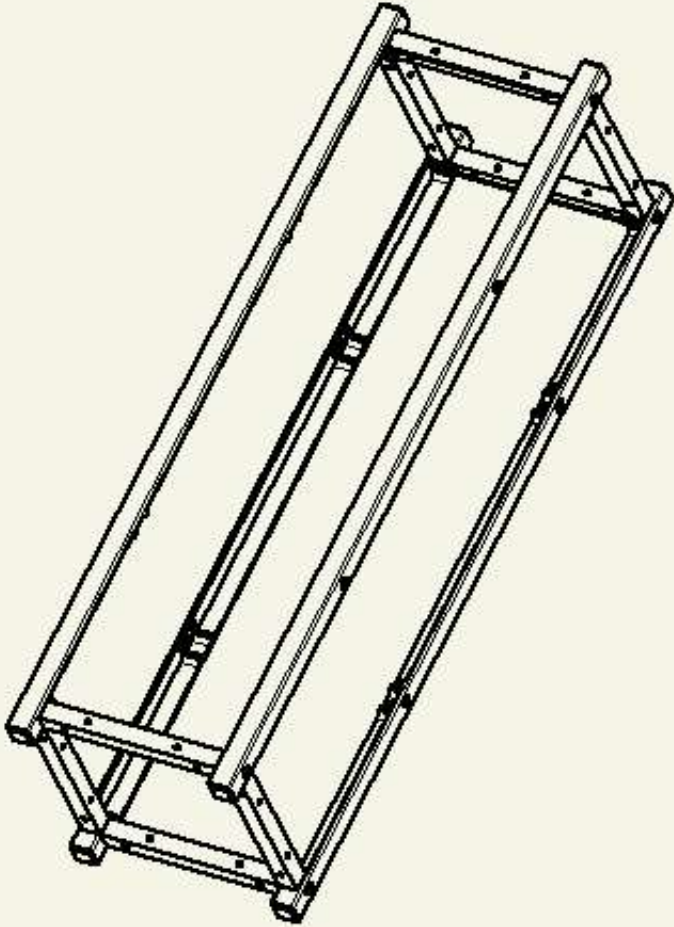
Для радиообмена с модулем БК на пункте управления необходимо:

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 передачи 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.

Frame_3U



Габариты для размещения полезной нагрузки, не занятые элементом электроники, поставляемой в комплекте:
98х98х249мм

Frame_3U									
								</	