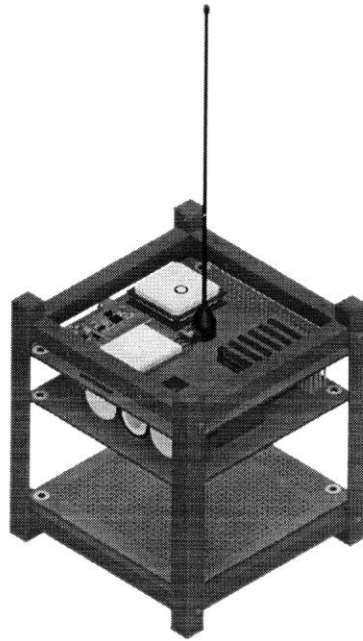


# Инструкция по сборке и настройке

## Конструктор модели спутника формата «CubeSat 1U»



«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 1U включает:

- Рама корпуса спутника формата CubeSat размера 1U 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

- Транспортировочный 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 полётом" 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:

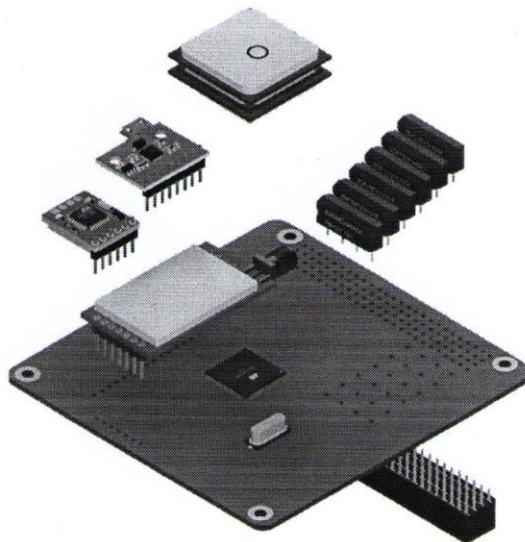
- основной разъем питания XT30 (два контакта)
- разъем встроенного термодатчика DS18B20 (три контакта), включается в разъем TEMP на плате питания, темный провод соответствует контакту GND
- разъем встроенного нагревателя (два контакта), включается в разъем HEAT на плате питания

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.



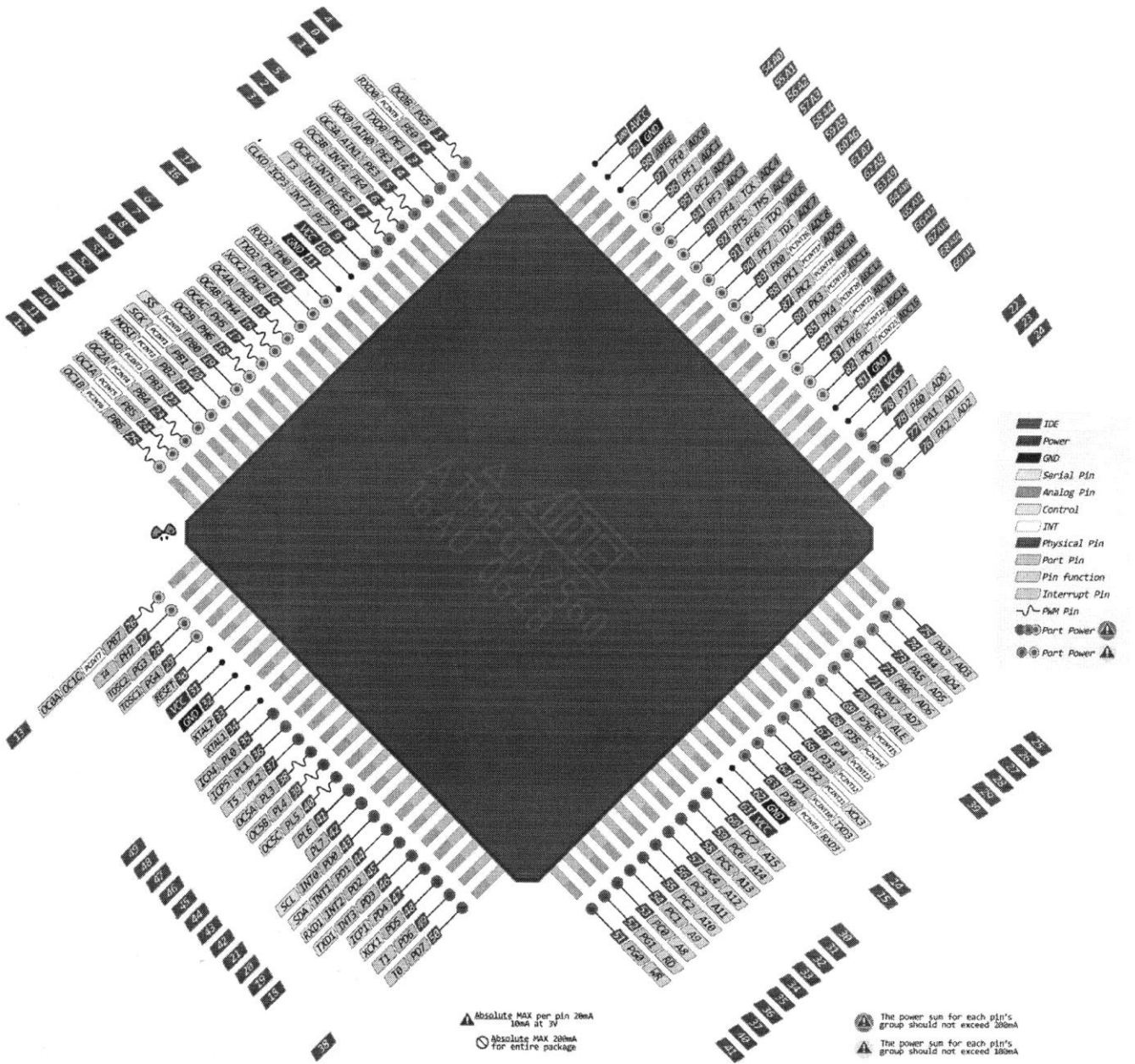
### Распиновка межплатного разъема

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
<b>1</b>	MISO	MOSI	USB +5V	GND	<b>4</b>
<b>5</b>	SCK	SS	RST	GND	<b>8</b>
<b>9</b>	RX0(USB)	TX0(USB)	EPS +5V	GND	<b>12</b>
<b>13</b>	RX1(Radio)	TX1(Radio)	EPS +5V	GND	<b>16</b>
<b>17</b>	RX2(Logger)	TX2(Logger)	EPS +5V	GND	<b>20</b>
<b>21</b>	RX3(GNSS)	TX3(GNSS)	EPS +5V	GND	<b>24</b>
<b>25</b>	SCL	SDA	EPS +5V	GND	<b>28</b>
<b>29</b>	A10	D10 (1Wire, Temp)	EPS +5V	GND	<b>32</b>
<b>33</b>			EPS +3V3	GND	<b>36</b>
<b>37</b>			EPS +3V3	GND	<b>40</b>
<b>41</b>	A2	D2 (PWM)	CH1 +5V (D42)	GND	<b>44</b>
<b>45</b>	A3	D3 (PWM)	CH2 +5V (D43)	GND	<b>48</b>
<b>49</b>	A4	D4 (PWM)	CH3 +5V (D44)	GND	<b>52</b>
<b>53</b>	A5	D5 (PWM)	CH4 +5V (D45)	GND	<b>56</b>
<b>57</b>	A6	D6 (PWM)	INV CH5 +5V (D46)	GND	<b>60</b>
<b>61</b>	A7	D7 (PWM)	INV CH6 +5V (D47)	GND	<b>64</b>
<b>65</b>	A8		CH1 BAT+ (D48)	GND	<b>68</b>
<b>69</b>	A9		CH2 BAT+ (D49)	GND	<b>72</b>
<b>73</b>			BAT+		<b>76</b>
<b>77</b>			BAT+		<b>80</b>
<b>81</b>					<b>84</b>
<b>85</b>					<b>88</b>
<b>89</b>					<b>92</b>
<b>93</b>	D10 (1Wire, Temp)	EPS +3V3	EPS +3V3	GND	<b>96</b>
<b>97</b>	D11 (BatHeatCtrl)	EPS +5V	EPS +5V	GND	<b>100</b>
<b>101</b>	A11 (BatCurrent)	BAT+	BAT+	GND	<b>104</b>
	<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 давать нагрузку более 300 мА.

# Распиновка микроконтроллера ATmega2560





## Фото-видео камера

Камера РТС06 с внешним интерфейсом, использует стандартный разъем с 5 контактами 2,0 мм. Для управления камерой в режиме фото нужно использовать сигнальные линии GND, RX, TX, VCC. Для видеосъемки необходимо использовать только сигнал CVBS.

Примечание: TX и RX представляет собой 3,3V TTL уровень сигналов.

Возможна настройка фокусного расстояния, завинчивая объектив.

### Параметры:

Размер платы модуля: 28 мм \* 20 мм \* 9 мм

Тип датчика изображения: CMOS 1/4 дюйма

Количество пикселей: 300000

Размер пикселей: 5,6 мкм \* 5,6 мкм

Формат выхода: Стандартный JPEG / M-JPEG

Баланс белого: Автоматический

Экспозиция: Автоматическая

Коэффициент усиления антенны: Автоматический

Отношение сигнал/шум: 45 дБ

Динамический диапазон: 60 дБ

Максимальный аналоговый коэффициент усиления: 16 дБ

Рамка Dayton: 640\*480 30fps

Угол обзора: 120 градусов (опционально)

Расстояние наблюдения: 5 метров (максимум 15 метров, регулируемое)

Размер изображения: по умолчанию VGA (640\*480) опционально QVGA (320\*240)

Скорость порта: по умолчанию 115200

Рабочий ток: 100 мА

Рабочее напряжение: DC3.3V-5V (рекомендуется 5 В)

Интерфейс связи: TTL / URAT (TX, RX, GND)

### Интерфейс связи:

GND

RX - UART прием (3,3 В TTL уровень)

TX - UART передача (3,3 В TTL уровень)

VCBS-аналоговый выход видеосигнала

## Дозиметр

### Технические характеристики СБМ20:

Рабочее напряжение - 400 В.

Чувствительность - от 60 имп/мкР до 75 имп/мкР.

Разброс чувствительности - не более  $\pm 20\%$ .

Диапазон регистрируемых мощностей экспоненциальных доз гамма-излучения - от 0,004 мкР/с до 40 мкР/с.

### Энергия регистрации изделия СБМ-20:

- гамма-квантов - от 0,05 МэВ до 3 МэВ;

- бета-частиц - не менее 0,3 МэВ.

Протяженность плато счетной характеристики - не менее 100 В.

Напряжение начала счета - от 260 В до 320 В.

Наклон плато счетной характеристики - 0,1 %/В.

### Дозиметрические характеристики СБМ-20:

- максимальная скорость счета ( $N_{\max}$ ) - 4000 имп/с;

- уровень натурального фона ( $N_{\text{ф}}$ ) - 60 имп/мин.

Скорость счета при мощности 4 мкР·с<sup>-1</sup> от источника <sup>137</sup>Cs - от 240 имп·с<sup>-1</sup> до 280 имп·с<sup>-1</sup>.

Режим работы - токовый и импульсный.

Материал катода изделия счетчик Гейгера СБМ20 - нержавеющая сталь.

Площадь рабочей зоны - 8 см<sup>2</sup>.

Наполнение баллона - Ne+Br<sub>2</sub>+Ar.

Амплитуда импульса - не менее 50 В.

Выходная емкость - не более 10,5 пФ.

Сопротивление изоляции - 100 МОм.

## 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:

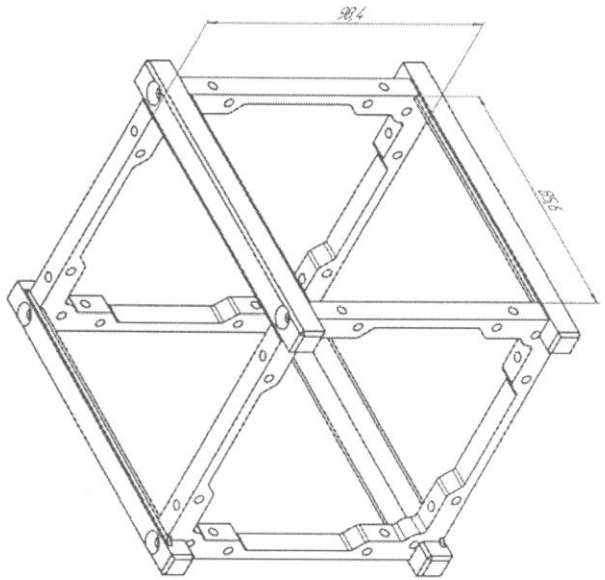
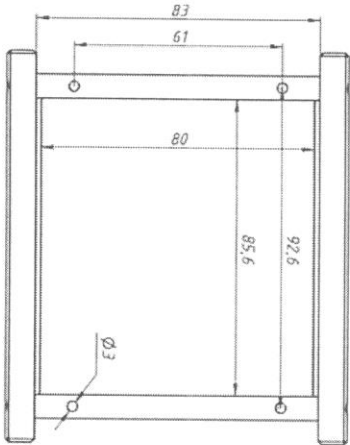
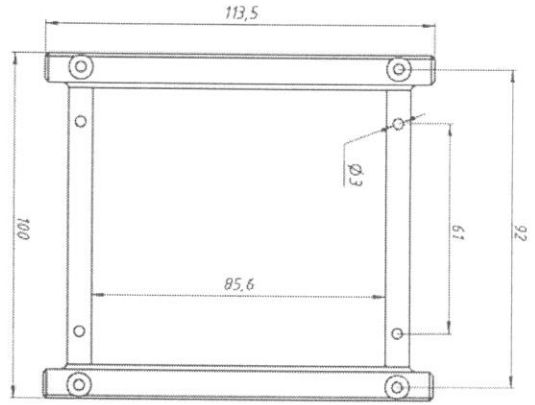
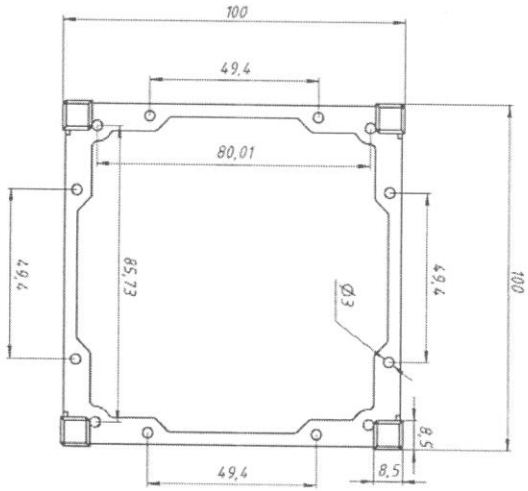
1. Подключить наземную станцию управления к порту USB.
2. Запустить окно Arduino IDE (дополнительное).
3. В меню “Инструменты” выбрать “Монитор порта”, скорость 9600 бит/с.

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.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № докум.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	---------------	--------------

Справ. №	Перв. примен.
----------	---------------



Изм.	Исполн.	№ докум.	Подп.	Дата
Разработ.	С.И.Иванов			
Т.компо.				
Исполн.				
И.контр.				
Изд.				

Изм.	Исполн.	№ докум.	Подп.	Дата
1				

Контракт: \_\_\_\_\_  
Формат А2