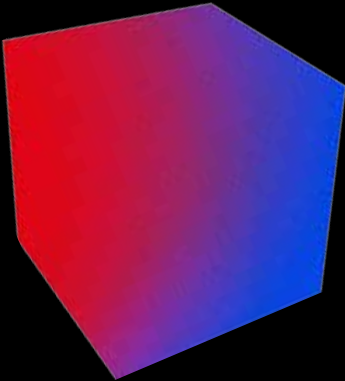
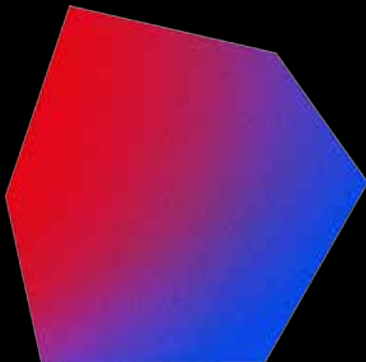




Инструкция по сборке
конструктора наноспутника
ОрбиКрафт 3D



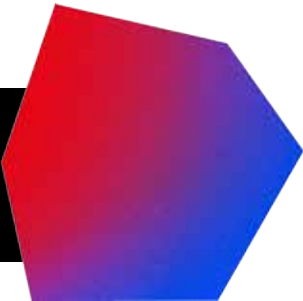
Инструкция по сборке конструктора наноспутника ОрбиКрафт 3D



Содержание

1.	Назначение ОрбиКрафт 3D	4
2.	Глоссарий	5
3.	Сборка модулей	6
3.1	Инструменты и детали	6
3.2	Сборка модуля СЭП (система электропитания)	8
3.3	Сборка модуля СД (солнечные датчики)	10
3.4	Сборка модуля БВМ (бортовой вычислительный модуль)	12
3.5	Сборка модуля УКВ+ВЧ+ДЗЗ (дистанционное зондирование земли)	14
3.6	Сборка модуля ПН (полезная нагрузка)	17
3.7	Сборка модуля УДМ (управляющий двигатель-маховик)	20
3.8	Сборка модуля УДМ 3D (управляющий двигатель-маховик для трехосной конфигурации)	22
3.9	Сборка модуля СД 2D (солнечные датчики для трехосной конфигурации)	25
3.10	Сборка наземного модуля ВЧ (высокочастотный модуль)	27
3.11	Сборка наземного модуля УКВ (ультракороткие волны)	29
3.12	Сборка тестера шлейфов	31
3.13	Сборка кабельной сети	33
4.	Инструкция по сборке ОрбиКрафт 3D в одноосной конфигурации	35
5.	Инструкция по сборке ОрбиКрафт 3D в трехосной конфигурации	38

1. Назначение ОрбиКрафт 3D



Вести подготовку будущих инженеров нужно со школьной скамьи, активно вовлекая их в практическую работу с «железом», дающим представление о работе реальных спутников, а набор ОрбиКрафт 3D является отличным инструментом для сборки функциональных моделей космических аппаратов. Это набор бортовых систем и элементов корпуса, который в наглядной форме даёт системное представление о процессах проектирования, сборки, испытаний и эксплуатации космических аппаратов, и в конечном итоге позволит разработать, испытать, запустить и эксплуатировать в «космосе» (на специальном лабораторном стенде) хотя и очень простой, но свой «космический» аппарат.

Основное отличие ОрбиКрафт 3D от более ранней версии - конструктора «ОрбиКрафт» — это архитектура, аналогичная архитектуре реальных космических аппаратов кубсат формата и спутниковых платформ ОрбиКрафт-Про. Такую архитектуру имеют, например, находящиеся на орбите научно-образовательные спутники CubeSX - HSE, CubeSX - Sirius - HSE. Кроме того, размер корпуса приближен к размеру стандартного кубсата 3U.

ОрбиКрафт 3D укомплектован УКВ приемопередатчиком, позволяющим отправлять и принимать информацию по каналу УКВ на частотах в диапазоне 435-437 МГц, в котором работает большинство кубсатов. Важнейшая особенность конструктора «ОрбиКрафт 3D» — управление «спутником» по каналу УКВ, идентичное работе с реальными космическими аппаратами в космосе. Так же для имитации передачи данных по X-диапазону имеется наземный ВЧ приемник, в который встроен инфракрасный датчик.

ОрбиКрафт 3D поддерживает профессиональное программное обеспечение Houston Control Center, применяемое для управления космическими аппаратами производства компании «СПУТНИКС». Получив навыки управления «ОрбиКрафт 3D», учащиеся в дальнейшем легко осваивают управление настоящими космическими аппаратами.

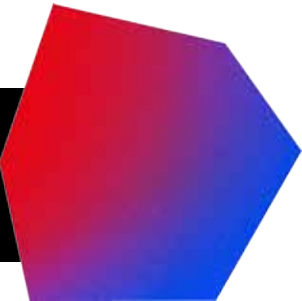
- Работая с конструктором ОрбиКрафт 3D Вы приобретете навыки:
- Конструирования;
 - Программирования на C++/Python
 - Схемотехники;
 - Радиотехники и беспроводной связи;
 - 3D-моделирования;

Вы ознакомитесь с тем, какие датчики применяются в конструкторе спутника, какую задачу они выполняют, как правильно их программировать, используя функции библиотеки API, изучить алгоритм ориентации и стабилизации конструктора спутника. Так же вы сможете создать свой прототип спутника и разработать проект космической миссии с помощью модуля полезной нагрузки на базе микроконтроллера Arduino.

Полученные знания и навыки работы с электроникой и программированием позволят Вам проявить себя в дальнейшем и в смежных технических отраслях, таких как робототехника, беспилотные аппараты и т.д., а также принять участие в проектной деятельности и конкурсах различного уровня (региональные, всероссийские и международные), таких как:

- World Skills
 - Космическая смена «Дежурный по планете»
 - Хакатон (региональные и всероссийский уровни)
 - Олимпиада НТО
 - Всероссийский научно-технический конкурс «ИнтЭра» и многие другие.
- В качестве целевого оборудования на чемпионатах используются конструктор спутника ОрбиКрафт 3D, а также комплекс имитаторов космической среды «Терра».

2. Глоссарий



Сокращение	Расшифровка
Кубсат (CubeSat)	Мировой стандарт малых космических аппаратов
1U	Стандартный размер кубсата 10x10x10 см
3U	Стандартный размер кубсата 30x10x10 см
6U	Стандартный размер кубсата 30x20x10 см
WorldSkills	Формат международных конкурсов профессионального мастерства
СЭП	Система электропитания
СБ	Солнечная батарея
БКУ	Бортовой компьютер управления
Магнитометр	Датчик магнитного поля
ДУС	Датчик угловой скорости
RAW	«Сырые» данные – данные, выдаваемые датчиком и не прошедшие обработку
Солнечный датчик	Датчик направления на Солнце
Двигатель-маховик	Электромеханическое устройство, представляющий собой электромотор с насаженным на его ось вращения колесом, служит для ориентации и стабилизации спутника
Ориентация	Поворот спутника в нужную сторону
Стабилизация	Остановка беспорядочного вращения спутника

ДЗЗ	Дистанционное зондирование Земли (получение фотографий Земли из космоса)
Шлейф	Плоский ленточный кабель
ВЧ	Высокочастотный
УКВ	Ультракороткие радиоволны
ЦУП	Центр управления полетом
ПО	Программное обеспечение
ПП	Программный пакет
ПК	Персональный компьютер
НИП	Наземный измерительный пункт
ПН	Полезная нагрузка
ПО НА	Программное обеспечение Houston Application
ПО HS	Программное обеспечение Houston Server
БВМ	Бортовой вычислительный модуль
УДМ	Управляющий двигатель-маховик
СЭП	Система электропитания
СД	Солнечный датчик

3. Сборка модулей

3.1. Инструменты и детали

Для сборки модулей конструктора используйте отвертку для установки плат на корпус, кримпер и кусачки для обжимки шлейфов.

Для крепления плат и конструкции собранного конструктора используются следующие детали:

Винт с цилиндрической головкой M2x6



Винт цилиндрический M3x6



Инструменты и детали

Винт с цилиндрической головкой M3x8



Винт с потайной головкой M3x10



Винт с цилиндрической головкой M3x12



Винт с потайной головкой M3x20



Белая пластиковая шайба



Латунная стойка PCHSS M3x8



Латунная стойка PCHSS M3x12



Латунная стойка PCHSS M3x15



Латунная стойка PCHSN M3x18



Латунная стойка PCHSS M3x22



Гайка M4 с рифлением



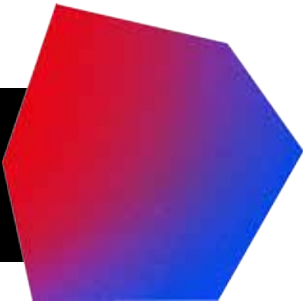
Винт с кольцом M4



Гайка M4



3.2 Сборка модуля СЭП (системы электропитания)



Система электропитания содержит в себе аккумуляторные батареи, которые обеспечивают электропитание всех модулей ОрбиКрафт 3D. Батареи заряжаются от сети 220В.

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 1):

- все детали с надписью СЭП (два основания, две стенки, две прозрачные панели);
- плата СЭП;
- аккумуляторы;
- крепеж (латунные стойки РСНСС – М3х22, винты с цилиндрической головкой – М3х8 – 4 шт., винты с потайной головкой М3х10 – 4 шт.).

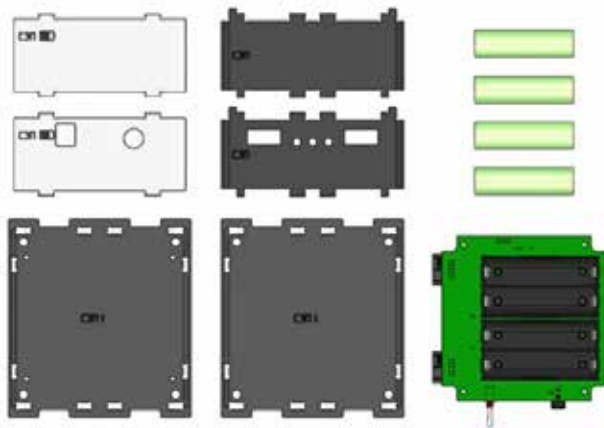


Рисунок 1. Компоненты для сборки модуля

Порядок сборки

1) Взять нижнее основание СЭП (обозначено: СЭП ↓), установить сверху четыре латунные стойки РСНСС – М3х22, закрепить их снизу четырьмя винтами с потайной головкой М3х10 (рисунок 2):



Рисунок 2. Крепление латунных стоек

2) Установить аккумуляторы (от 2 до 4) в специальные посадочные места платы СЭП (рисунок 3):

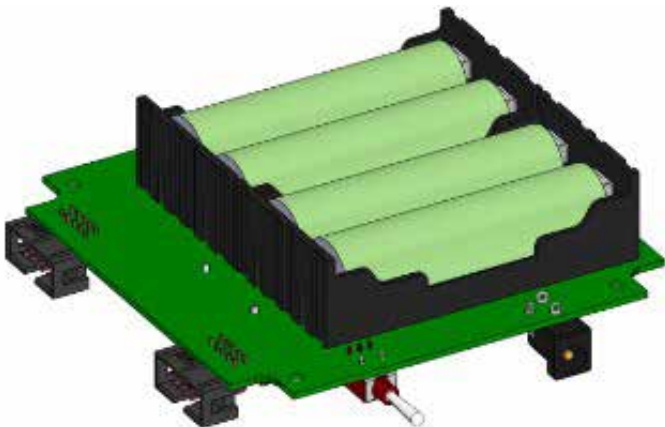


Рисунок 3. Установка аккумулятора

3) Вставить разъемы платы СЭП в вырезы прозрачной панели (рисунок 4):

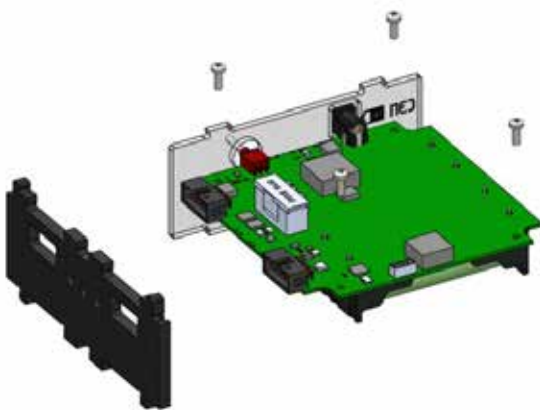


Рисунок 4. Установка прозрачной панели

4) Вставить разъемы платы СЭП в вырезы боковой стенки, совместив при этом боковую поверхность прозрачной панели с углублением в боковой стенке (рисунок 5):

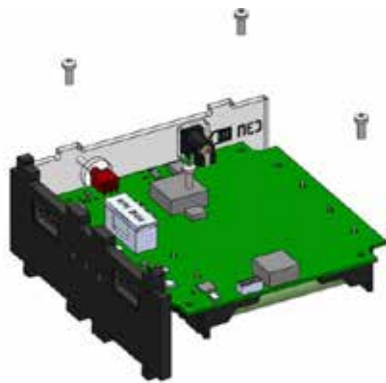


Рисунок 5. Установка боковой стенки

5) Установить плату с боковой стенкой, панелью и аккумуляторами на нижнем основании. Для этого совместить выступы боковой стенки и панели с отверстиями в основании и защелкнуть. Плату закрепить винтами М3х8 с цилиндрической головкой (рисунок 6):

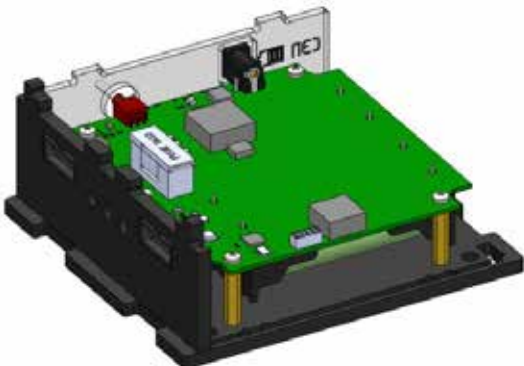


Рисунок 6. Крепление платы

6) Закрепить вторую боковую стенку на основании. Для этого совместить выступы боковой стенки с отверстиями в основании и защелкнуть (рисунок 7):

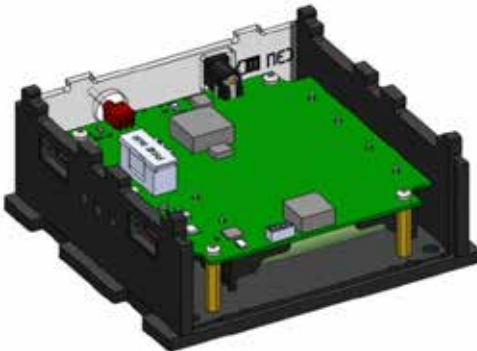


Рисунок 7. Установка второй боковой стенки

7) Закрепить вторую прозрачную панель на нижнем основании. Для этого панель провести по направляющим в стенках до основания и защелкнуть (рисунок 8):

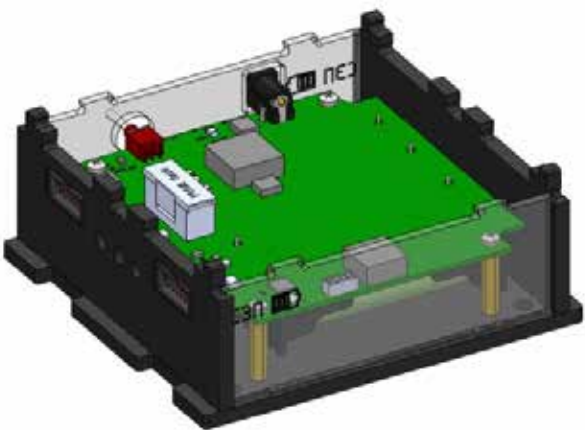


Рисунок 8. Установка второй панели

8) Прикрепить верхнюю крышку (обозначена: СЭП↑) к собранному корпусу. Для этого совместить вырезы на верхней крышке и выступы двух стенок, двух прозрачных панелей и защелкнуть, приложив усилия. Так выглядит собранный модуль СЭП (рисунок 9):

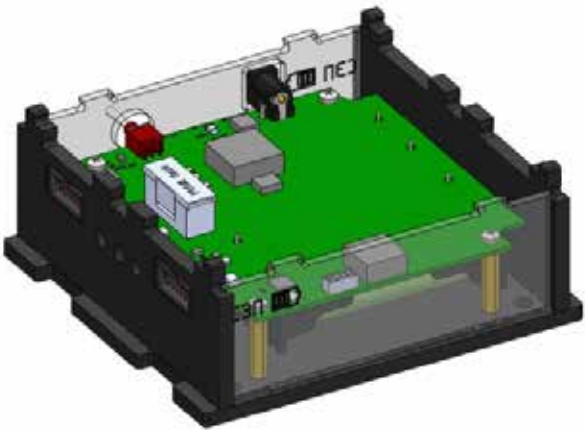


Рисунок 9. Собранный модуль СЭП

3.3 Сборка модуля СД (солнечного датчика)

Солнечный датчик – это датчик, который позволяет определять расположение источника солнечного света. В модуле СД установлено четыре солнечных датчика, которые позволяют ОрбиКрафт 3D получать телеметрию и с помощью управляющего двигателя-маховика разворачивать его в зависимости от угла, под которым расположен источник солнечного света по отношению к ОрбиКрафт 3D.

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 10):

- все детали с надписью СД (два основания, две стенки, четыре прозрачные панели);
- дополнительные детали (две прозрачные панели без надписей);
- платы (универсальная плата – 2 шт., плата солнечного датчика – 4 шт., две из них соединены с кронштейном, а две – со стенками);
- шлейф;
- крепеж (винты с цилиндрической головкой М3х6 – 12 шт.).

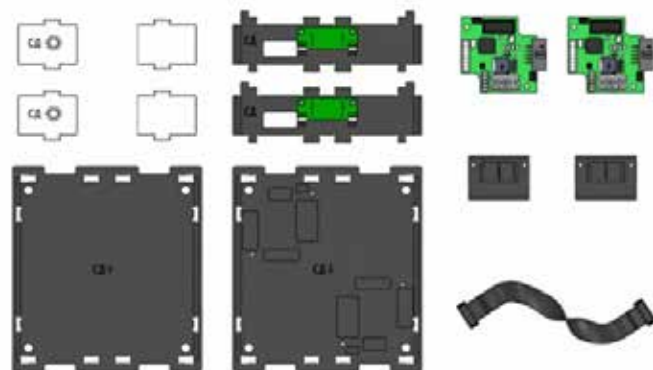


Рисунок 10. Компоненты для сборки модуля

Порядок сборки

1) На нижнее основание (обозначено: СД ↓) установить универсальную плату, закрепить плату винтами М3х6 с цилиндрической головкой (рисунок 11):



Рисунок 11. Установка платы

2) На нижнее основание (обозначено: СД ↓) установить вторую универсальную плату, закрепить плату винтами М3х6 с цилиндрической головкой (рисунок 12):

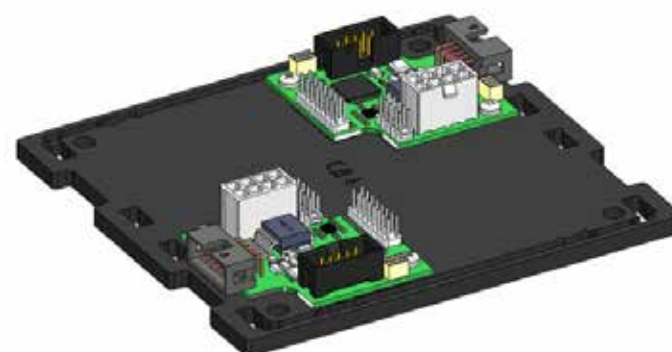


Рисунок 12. Установка второй платы

3) Солнечные датчики нужно установить на стенки модуля и закрепить винтами М3х6. Затем плату солнечного датчика

соединить с универсальной платой, для этого совместить выступы боковой стенки с отверстиями в основании и защелкнуть. При этом разъем солнечного датчика подключить к разъему универсальной платы. Повторить ту же последовательность действий для второй платы (рисунок 13):

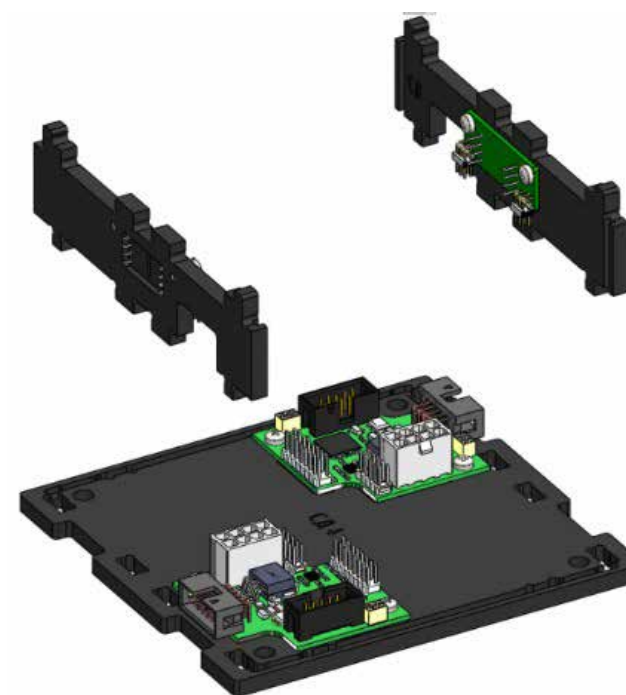


Рисунок 13. Установка солнечных датчиков

4) Подключить универсальную плату 1 к универсальной плате 2 с помощью шлейфа (рисунок 14):

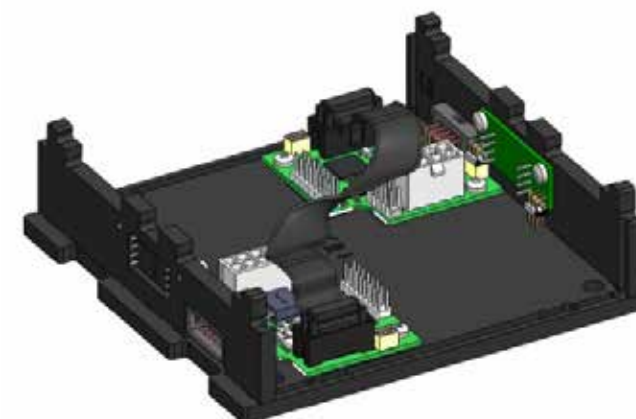


Рисунок 14. Подключение универсальных плат

5) Подключить плату солнечного датчика с маской и кронштейном (уже собрано) к универсальной плате. Повторить с противоположной стороны (рисунок 15):

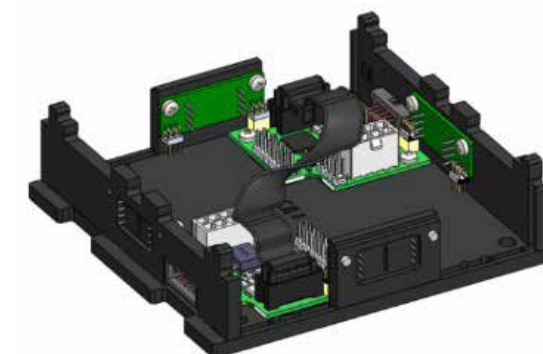


Рисунок 15. Подключение солнечных датчиков

6) Закрепить четыре прозрачные панели на нижнем основании. Для этого каждую панель провести по направляющим в стенках до основания и защелкнуть (рисунок 16):

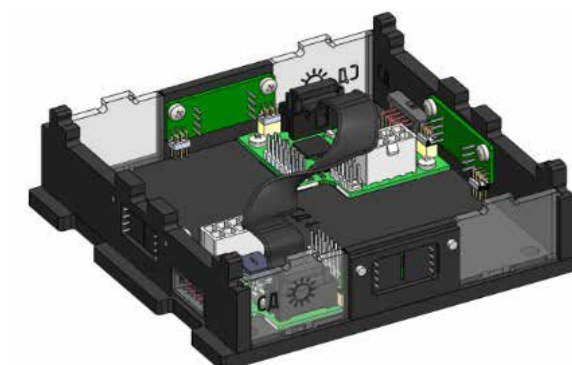


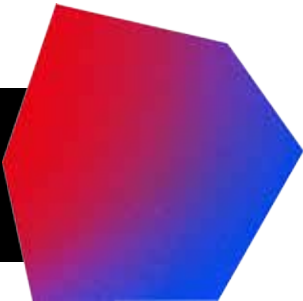
Рисунок 16. Установка панелей

7) Прикрепить верхнюю крышку (обозначена СД↑) к собранному корпусу. Для этого совместить вырезы на верхней крышке и выступы двух стенок, четырех панелей и защелкнуть, приложив усилия. Так выглядит собранный модуль СД (рисунок 17):



Рисунок 17. Собранный модуль

3.4. Сборка модуля БВМ (бортовой вычислительный модуль)



Бортовой вычислительный модуль – это модуль, который обеспечивает обработка и отправку телеметрии, сформированную с датчика угловой скорости (ДУС) и магнитометра. Он так же предоставляет доступ к плате Raspberry Pi посредством Wi-Fi модуля или CAN-соединения, а так же производить вычисления ориентации спутника с помощью микроконтроллера система ориентации и стабилизации (СОС). Так же с помощью Wi-Fi модуля, установленного на БВМ, происходит подключение к компьютеру.

Телеметрия – это удаленный сбор, обработка и отправка данных при помощи различных датчиков.

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 18):

- все детали с надписью БВМ (два основания, две стенки, две прозрачные панели);
- плата БВМ;
- крепеж (винты с цилиндрической головкой M3x6 – 4 шт.)

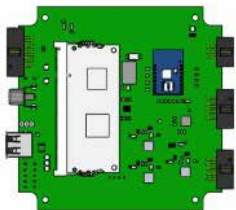
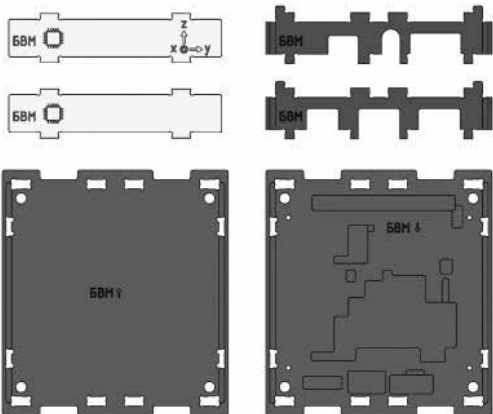


Рисунок 18. Компоненты для сборки модуля

Порядок сборки:

1) На нижнее основание (обозначено: БВМ ↓) установить плату БВМ (рисунок 19):

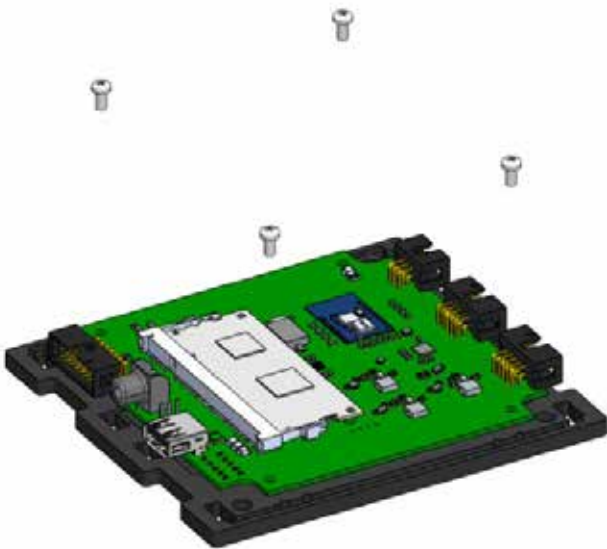


Рисунок 19. Основание БВМ

2) Закрепить плату на нижнем основании винтами M3x6 с цилиндрической головкой (рисунок 20):

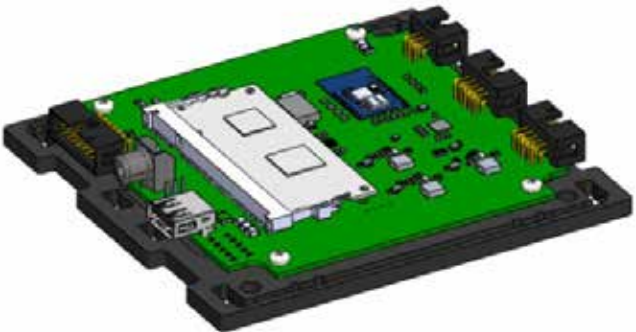


Рисунок 20. Крепление платы

3) Закрепить боковые стенки на нижнем основании. Для этого совместить выступы боковых стенок с отверстиями в основании и защелкнуть (рисунок 21):

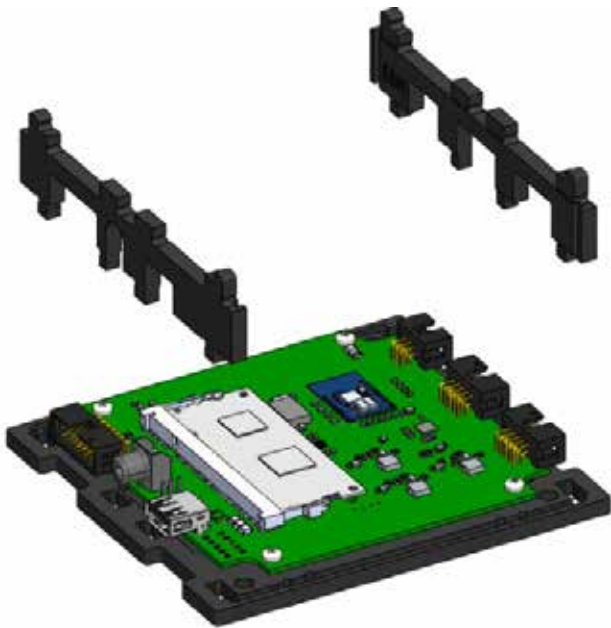


Рисунок 21. Установка и крепление боковых стенок

4) Закрепить две прозрачные панели на нижнем основании. Для этого каждую панель провести по направляющим в стенках до основания и защелкнуть. Соблюдать расположение и ориентацию прозрачной панели с осями как на рисунке ниже (рисунок 22):

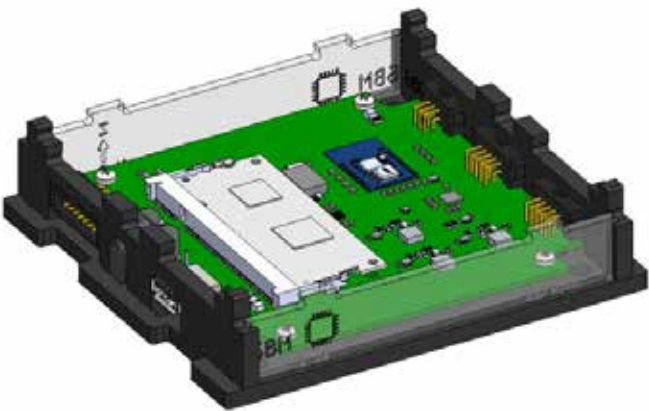


Рисунок 22. Крепление двух панелей

5) Прикрепить верхнюю крышку (обозначена: БВМ ↑) к собранному корпусу. Для этого совместить вырезы на верхней крышке и выступы двух стенок, двух панелей и защелкнуть, приложив усилия (рисунок 23):

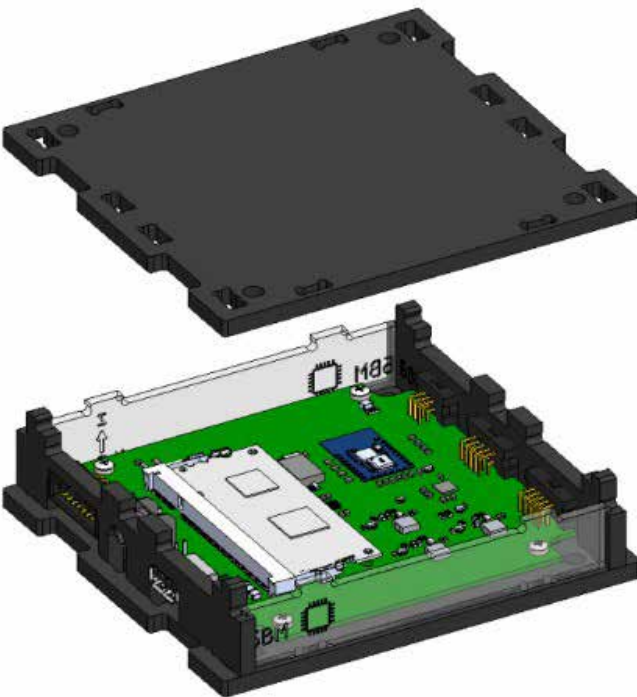


Рисунок 23. Установка верхней крышки

Так выглядит собранный модуль БВМ (рисунок 24):



Рисунок 24. Собранный модуль БВМ

3.5. Сборка модуля УКВ+ВЧ+ДЗЗ (ультракоротких волн, высокочастотных и дистанционного зондирования земли)

Модуль дистанционного зондирования Земли – это модуль, в который входит камера, бортовой УКВ и ВЧ приемо-передатчик. С помощью камеры выполняется снимок, который сохраняется в Raspberry Pi, и передается на ЦУП по ВЧ (имитация X-диапазона), УКВ (435.437 МГц) или Wi-Fi модулю. Так же модуль УКВ позволяет получать телеметрию с конструктора спутника в программе Houston Application без подключения через Wi-Fi соединение.

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 25):

- все детали с надписью ДЗЗ (два основания, две стенки, две прозрачные панели), кронштейн для камеры;
- платы (плата УКВ, плата ВЧ, камера, плата-переходник для камеры);
- шлейф;
- антенна;
- крепеж (винты с цилиндрической головкой М3х6 – 7 шт., М2х6 – 6 шт.).

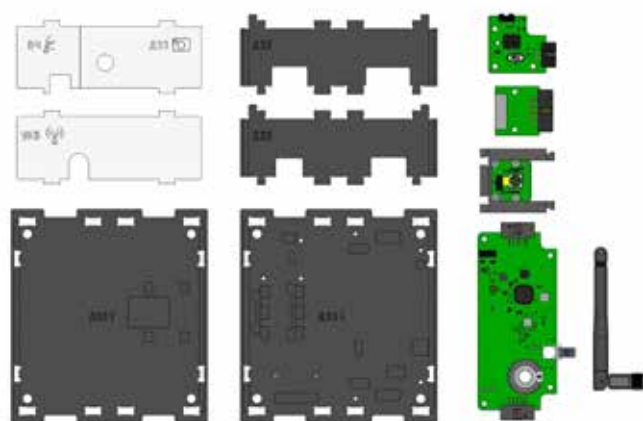


Рисунок 25. Компоненты для сборки модуля

Порядок сборки

1) На нижнее основание (обозначено: ДЗЗ ↓) установить плату УКВ, закрепить винтами М3х6 с цилиндрической головкой (рисунок 26):

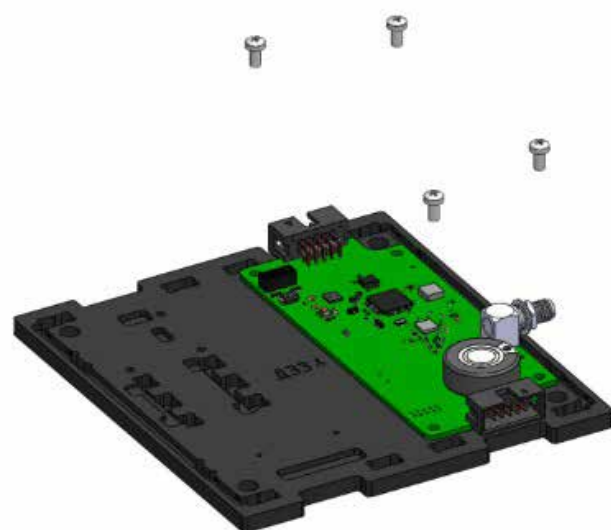


Рисунок 26. Установка платы УКВ

2) К плате УКВ подключить антенну (рисунок 27):



Рисунок 27. Установка антенны

3) На нижнее основание установить плату-переходник для камеры, закрепить винтами М3х6 с цилиндрической головкой (рисунок 28):



Рисунок 28. Установка платы-переходника

4) На нижнее основание установить плату ВЧ, закрепить винтами М3х6 с цилиндрической головкой (рисунок 29):



Рисунок 29. Установка платы ВЧ

5) Собрать камеру с кронштейном, используя четыре винта М2х6 (рисунок 30):



Рисунок 30. Сборка камеры

6) Кронштейн с камерой установить на основании. Для этого совместить выступы кронштейна с отверстиями в основании и защелкнуть (рисунок 31):



Рисунок 31. Установка камеры на основание модуля

7) Подключить камеру и плату-переходник с помощью шлейфа (рисунок 32):



Рисунок 32. Подключение камеры к плате-переходнику

8) Установить боковые стенки. Для этого совместить выступы боковых стенок с отверстиями в основании и защелкнуть (рисунок 33):

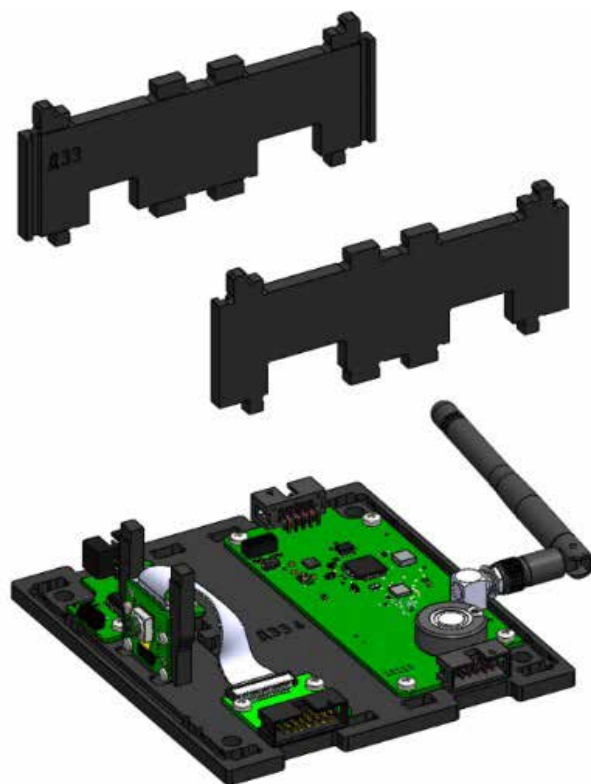


Рисунок 33. Установка боковых стенок

9) Закрепить две прозрачные панели на нижнем основании. Для этого панели провести по направляющим в стенках до основания и защелкнуть (рисунок 34):

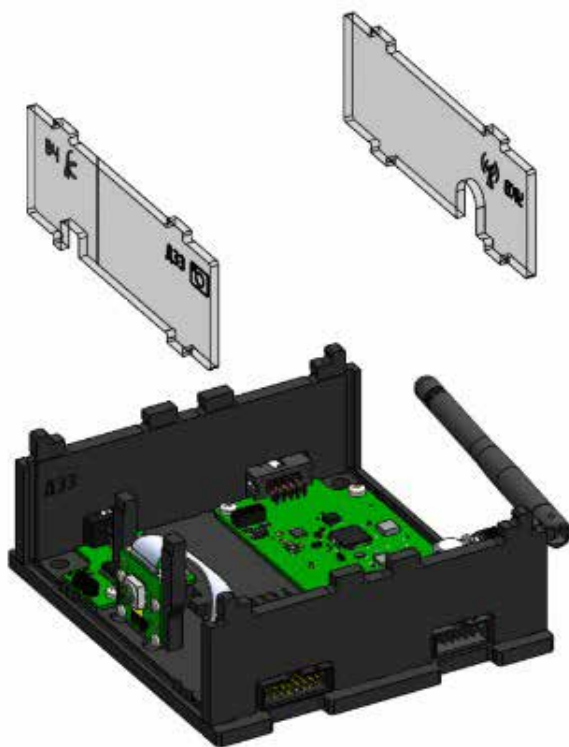


Рисунок 34. Установка прозрачных панелей

10) Прикрепить верхнюю крышку (обозначена: СЭП↑) к собранному корпусу. Для этого совместить вырезы на верхней крышке, выступы двух стенок и двух панелей и защелкнуть, приложив усилия (рисунок 35):

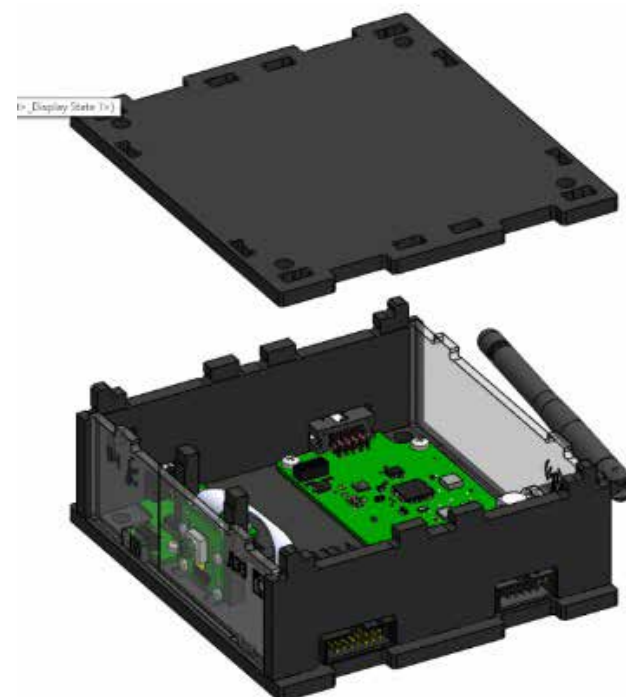


Рисунок 35. Крепление верхней крышки

Так выглядит собранный модуль УК-В+ВЧ+ДЗЗ (рисунок 36):



Рисунок 36. Собранный модуль

3.6. Сборка модуля ПН (полезной нагрузки)

Космический аппарат содержит в своем составе целевую аппаратуру, которая обеспечивает выполнение его основной миссии. Это оборудование, ради которого и создается космический аппарат, называется **полезной нагрузкой (ПН)**.

В базовом составе конструктора ОрбиКрафт 3D есть одна полезная нагрузка - камера в составе модуля УКВ+ВЧ+ДЗЗ. Для создания собственных полезных нагрузок можно использовать аппаратно-программную платформу Arduino, входящую в комплект блока ПН.

Информационный обмен между микроконтроллером Arduino и бортовым компьютером происходит с помощью платы расширения (так называемая Shield (Шилд)), которая устанавливается на плату с микроконтроллером. Плата расширения содержит разъем для подключения к кабельной сети посредством стандартного шлейфа конструктора. К плате Troyka Slot Shield можно подключать шесть датчиков, используемых для различных проектов на базе Arduino.

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 37):

- все детали с надписью ПН (два основания, две стенки, две прозрачные панели);
- дополнительные детали (направляющие – 4 шт., крышка – 1 шт., упор – 1 шт., кронштейн для платы arduino MEGA2650 – 1 шт., кронштейн для платы Troyka Slot Shield – 1 шт.);
- платы (плата полезной нагрузки – 1 шт., плата arduino MEGA2650 – 1 шт., плата Troyka Slot Shield – 1 шт.);
- крепеж (винты с цилиндрической головкой M2x6 – 9 шт., M3x12 – 6 шт., M3x8 – 2 шт.).

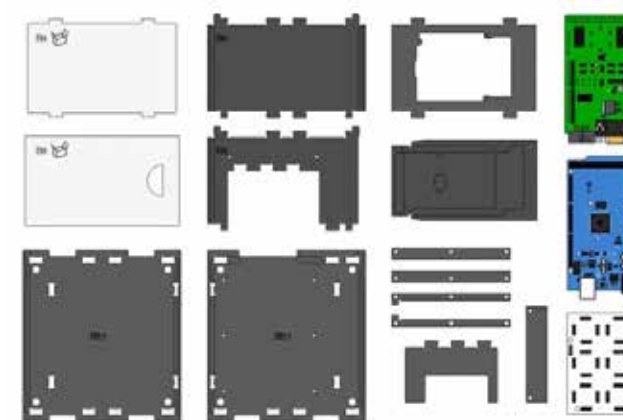


Рисунок 37. Компоненты для сборки модуля

Порядок сборки

1) На нижнее основание (обозначено: ПН ↓) установить Г-образные направляющие (рисунок 38):

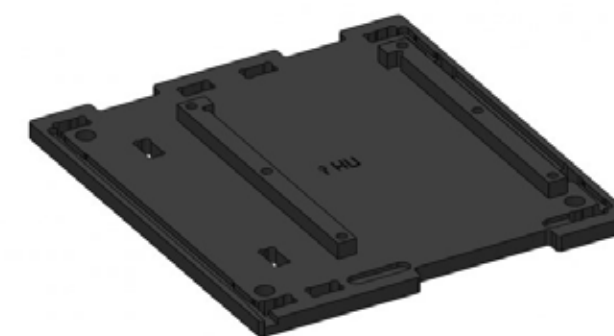


Рисунок 38. Установка Г-образных направляющих

2) Сверху них установить прямые направляющие и закрепить их на основании четырьмя винтами M3x12 (рисунок 39):



Рисунок 39. Установка прямых направляющих

3) Плату полезной нагрузки прикрепить к кронштейну шестью винтами M2x6. Сверху установить плату Arduino MEGA2650. Крепление с помощью разъемов (рисунок 40):

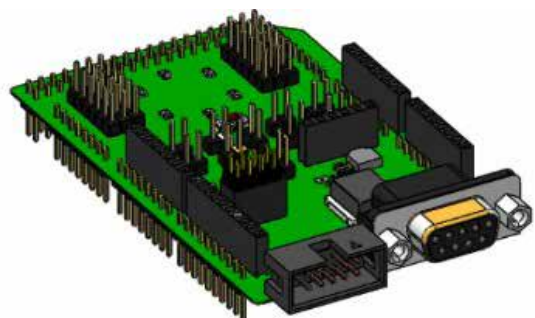


Рисунок 40. Установка платы ПН и платы Arduino Mega

4) Кронштейн с платами установить на нижнее основание по направляющим (рисунок 41):



Рисунок 41. Установка плат на основание

5) Плату Troyka Slot Shield закрепить на кронштейне тремя винтами M2x6 (рисунок 42):

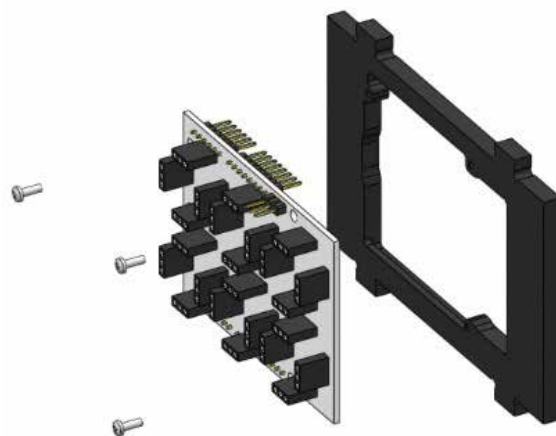


Рисунок 42. Крепление платы Troyka

6) Кронштейн с закрепленной платой Troyka Slot Shield установить на нижнее основание. Для этого совместить выступы кронштейна с отверстиями в основании и защелкнуть. Соединить шлейфами плату Troyka Slot Shield с платой Arduino MEGA2650 (рисунок 43):

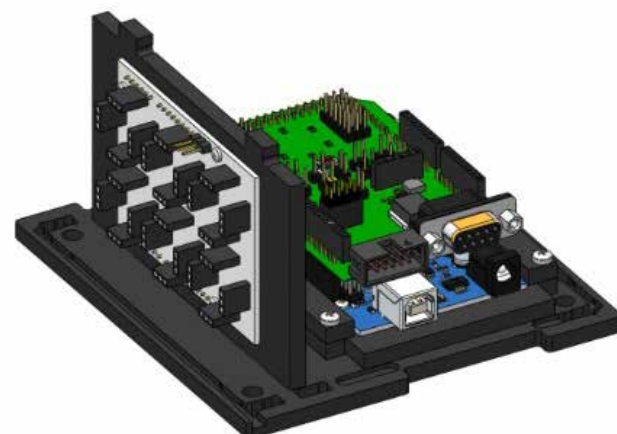


Рисунок 43. Установка платы Troyka на основание

7) Прикрепить упор к боковой стенке с помощью двух винтов M3x8 (рисунок 44):



Рисунок 44. Крепление упора к боковой стенке

8) Боковую стенку с упором установить на нижнее основание. Для этого совместить выступы боковой стенки с отверстиями в основании и защелкнуть (рисунок 45):



Рисунок 45. Установка боковой стенки с упором на основание

9) Установить вторую боковую стенку на основании (рисунок 46):



Рисунок 46. Установка второй боковой стенки на основание

10) Установить прозрачную панель на нижнее основание. Для этого панель провести по вертикальным направляющим в стенках до основания и защелкнуть (рисунок 47):

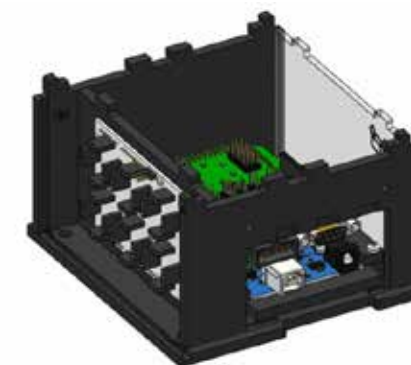


Рисунок 47. Установка прозрачной панели

11) Установить верхнюю крышку на собранный корпус. Для этого совместить вырезы на верхней крышке и выступы двух стенок, панели, кронштейна и защелкнуть, приложив усилия (рисунок 48):



Рисунок 48. Установка верхней крышки

12) Установить вторую прозрачную панель. Для этого провести ее по горизонтальным направляющим в основаниях. (В случае использования дополнительных шилдов панель в полезной нагрузке не устанавливать) (рисунок 49):



Рисунок 49. Установка второй панели

13) Установить крышку. Для этого вставить ее под наклоном в пазы в нижнем основании, а потом повернуть вертикально и вставить в пазы в боковой стенке (рисунок 50):



Рисунок 50. Установка боковой крышки

Собранный модуль полезной нагрузки выглядит так (рисунок 51):



Рисунок 51. Собранный модуль

3.7. Сборка модуля УДМ (управляющий двигатель-маховик)

Встроенный в модуль **УДМ двигатель-маховик** создает вращающий момент, который начинает поворачивать конструктор спутника вокруг своей оси в противоположную от вращения сторону (рисунок 52):



Рисунок 52. Имитатор магнитного поля Земли

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 53):

- все детали с надписью УДМ (два основания, две стенки, две прозрачные панели);
- блок маховика;
- универсальная плата с припаянным кабелем для подключения к блоку маховика;
- крепеж (винты с потайной головкой – М3х8 – 4 шт., винты с цилиндрической головкой М3х6 – 2 шт.).

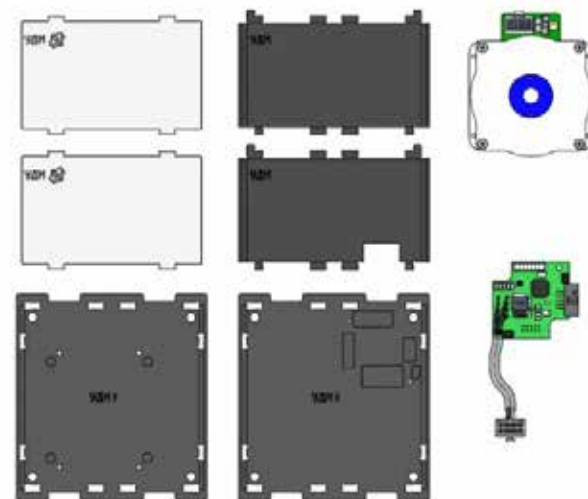


Рисунок 53. Компоненты для сборки модуля

Порядок сборки

1) На нижнее основание (обозначено: УДМ ↓) установить плату УДМ, закрепив ее винтами М3х6 с цилиндрической головкой (рисунок 54):



Рисунок 54. Установка платы УДМ

2) Установить боковые стенки на нижнее основание. Для этого совместить выступы боковых стенок с отверстиями в основании и защелкнуть (рисунок 55):

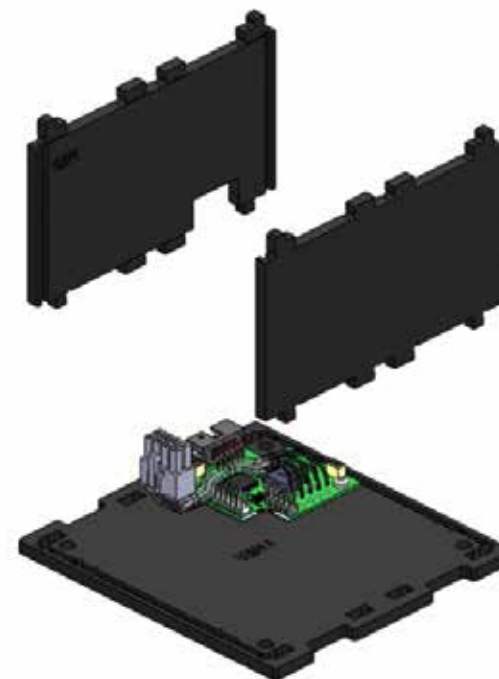


Рисунок 55. Установка боковых стенок

3) Закрепить две прозрачные панели на нижнем основании. Для этого каждую панель провести по направляющим в стенках до основания и защелкнуть (рисунок 56):

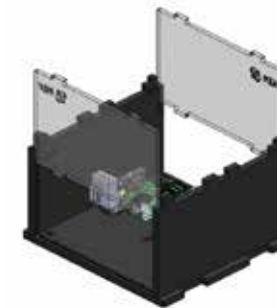


Рисунок 56. Установка двух панелей

4) Закрепить блок маховика на верхней крышке (обозначена УДМ↑) с помощью винтов М3х8 с потайной головкой. Кабель платы УДМ подключить к блоку маховиков (рисунок 57):

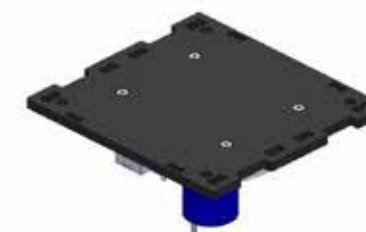


Рисунок 57. Крепление блока маховика

Обратите внимание на ключ, расположенный на разъеме. Он показывает, как правильно вставить разъем (рисунок 58):



Рисунок 58. Правильный и неправильный примеры сборки

5) Прикрепить верхнюю крышку к собранному корпусу. Для этого совместить вырезы на верхней крышке и выступы двух стенок, двух прозрачных панелей и защелкнуть, приложив усилия.



Рисунок 59. Собранный модуль УДМ

Так выглядит собранный модуль УДМ (рисунок 59):

3.8. Сборка модуля УДМ 3D (управляющие двигатели-маховики для трехосной конфигурации)

Модуль УДМ 3D содержит в себе три управляющих двигателей-маховиков, расположенных в соответствии с осями x, y и z. Позволяет вращаться конструктору спутника вокруг центра масс при отработке системы ориентации и стабилизации. Для решения данной задачи используется стенд, состоящий из трех замкнутых соленоидов, расположенных в трех плоскостях с платформой, на которой размещается конструктор спутника.

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 60):

- все детали с надписью УДМ 3D (два основания, три стенки, три прозрачные панели)
- блок маховика – 3 шт
- плата УДМ с припаянным кабелем для подключения к блоку маховика – 3 шт
- шлейф для соединения платы маховиков – 2 шт
- крепеж (винты с потайной головкой – M3x8 – 12 шт, винты с цилиндрической головкой M3x6 – 6 шт.)

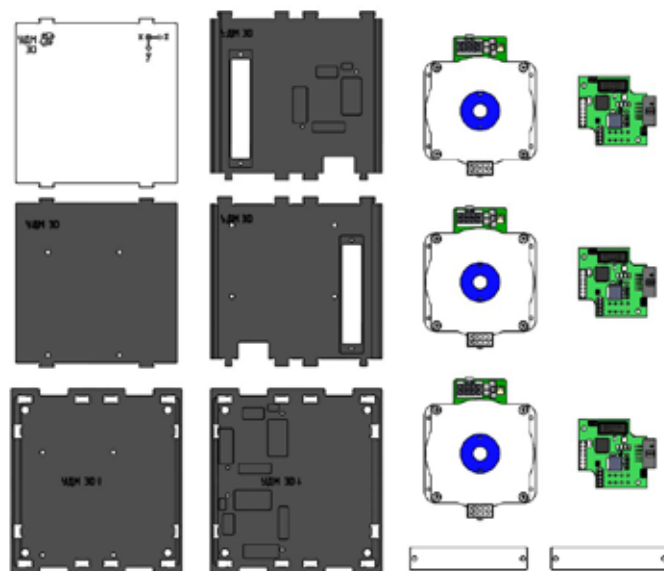


Рисунок 60. Компоненты для сборки модуля

Порядок сборки:

1) На нижнее основание (обозначено: УДМ 3D ↓) установить плату УДМ, закрепив ее винтами M3x6 с цилиндрической головкой (рисунок 61):

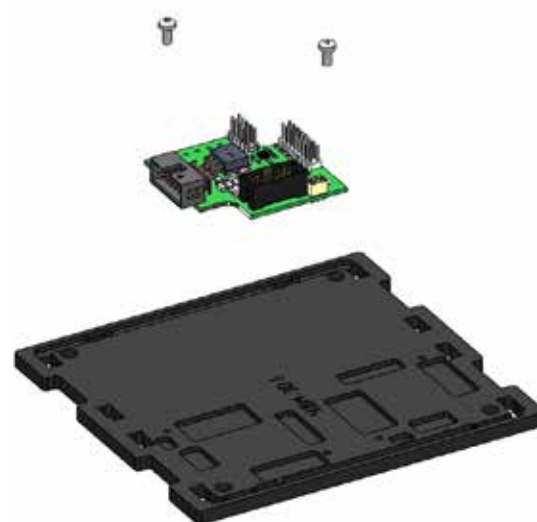


Рисунок 61. Установка платы УДМ на нижнее основание

2) На нижнее основание (обозначено: УДМ 3D ↓) установить вторую плату УДМ, закрепив ее винтами M3x6 с цилиндрической головкой (рисунок 62):

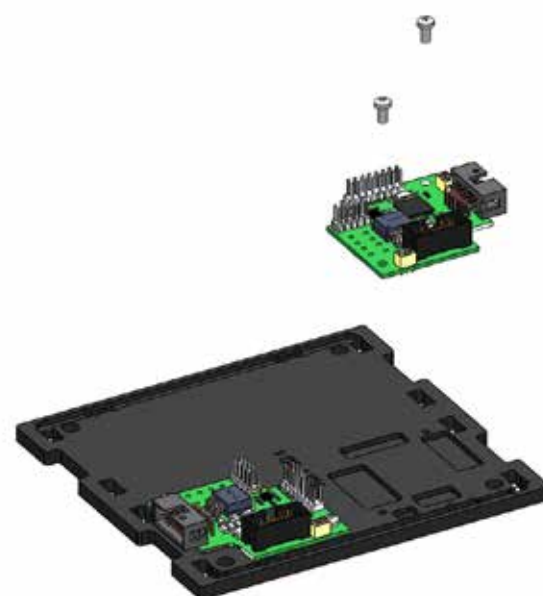


Рисунок 62. Установка платы УДМ на нижнее основание

3) К боковой стенке прикрепить прозрачную панель и третью плату маховика, используя винты с цилиндрической головкой M3x6 (рисунок 63):

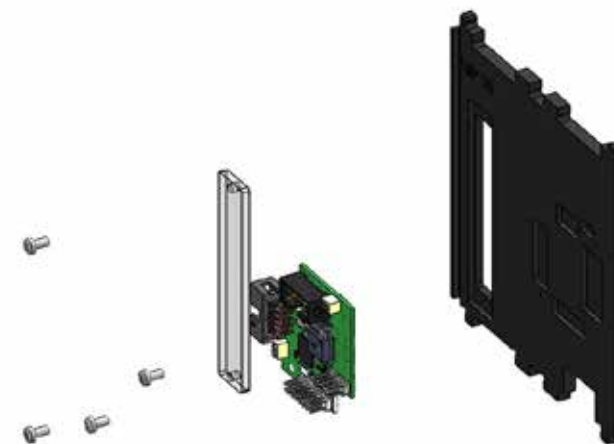


Рисунок 63. Установка платы УДМ на боковую стенку

4) Установить боковую стенку на нижнее основание. Для этого совместить выступы боковой стенки с отверстиями в основании и защелкнуть (рисунок 64):



Рисунок 64. Установка боковой стенки на нижнее основание

5) К боковой стенке прикрепить блок маховиков, используя винты с потайной головкой M3x8 (рисунок 65):

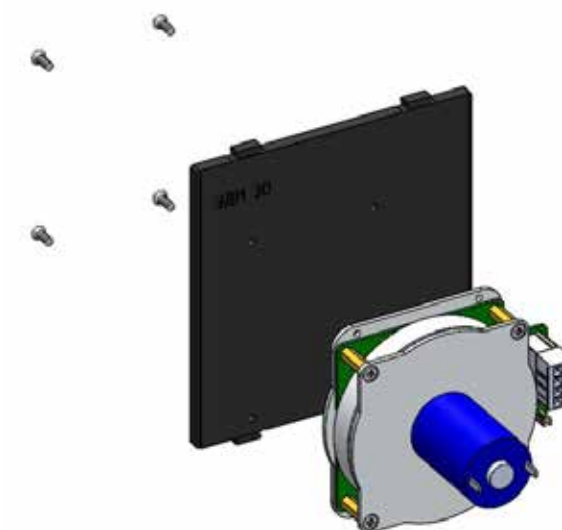


Рисунок 65. Установка двигателя на плату

6) Установить боковую стенку на нижнее основание. Для этого совместить выступы боковой стенки с отверстиями в основании и защелкнуть. Подключить блок маховика к одной из плат маховика (рисунок 66):



Рисунок 66. Установка боковой стенки на нижнее основание

7) К боковой стенке прикрепить блок маховиков, используя винты с потайной головкой M3x8 и прозрачную панель, используя винты с цилиндрической головкой M3x6 (рисунок 67):

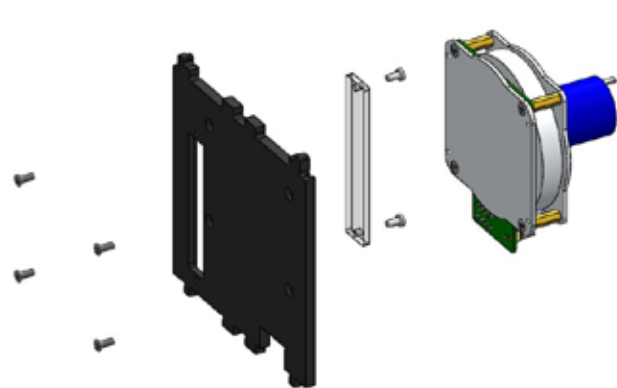


Рисунок 67. Установка двигателя маятника на боковую стенку

8) Установить боковую стенку на нижнее основание. Для этого совместить выступы боковой стенки с отверстиями в основании и защелкнуть. Подключить блок маятника к одной из плат маятника (рисунок 68):

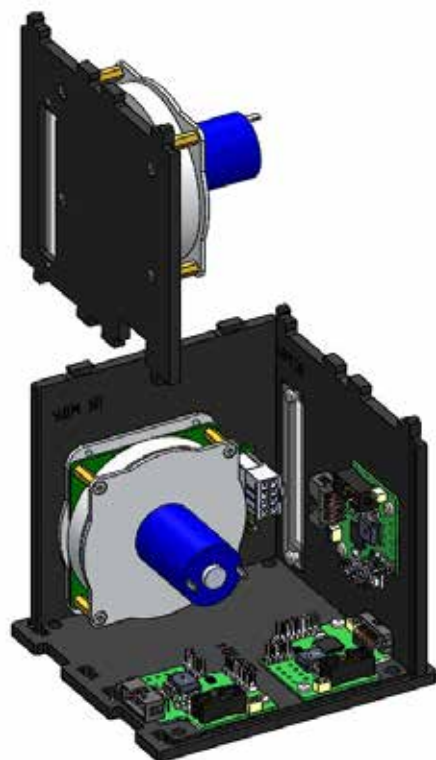


Рисунок 68. Установка боковой стенки на нижнее основание

9) Закрепить прозрачную панель на нижнем основании. Для этого панель провести по направляющим в стенках до основания и защелкнуть. Соблюдать расположение и ориентацию прозрачной панели с осями как на картинке ниже (рисунок 69):

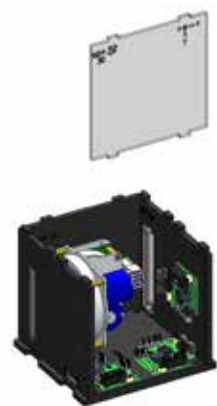


Рисунок 69. Установка боковой панели на нижнее основание

10) К верхнему основанию (обозначено УДМ 3D↑) прикрепить блок маятника с помощью винтов M3x8 с потайной головкой. Подключить блок маятника к оставшейся плате маятника (рисунок 70):

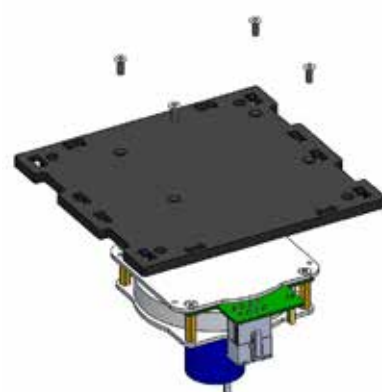


Рисунок 70. Крепление блока-маятника к верхней крышке

11) Прикрепить верхнюю крышку к собранному корпусу. Для этого совместить вырезы на верхней крышке и выступы двух стенок, двух панелей и защелкнуть, приложив усилия.

Так выглядит собранный модуль УДМ (рисунок 71):



Рисунок 71. Собранный модуль

3.9. Сборка модуля СД 2D (солнечные датчики для трехосной конфигурации)

Модуль СД 2D состоит из двух солнечных датчиков, определяющих источник солнечного излучения в двух плоскостях. Этот модуль используется при работе конструктора спутника на стенде.

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 72):

- все детали с надписью СД 2D (два основания, две стенки, две прозрачные панели)
- платы (универсальная плата – 1 шт, плата солнечного датчика с платой-маской – 2 шт)
- шлейф
- крепеж (белые пластиковые шайбы – 2 шт, винты с цилиндрической головкой M3x12 – 2 шт., M3x6 – 4 шт.)

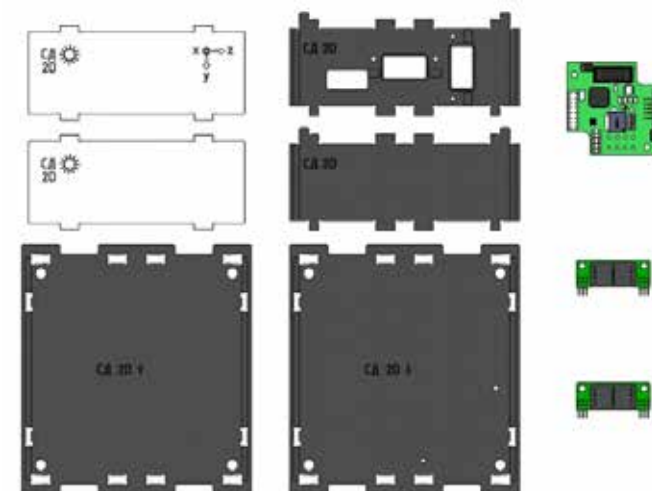


Рисунок 72. Компоненты для сборки модуля

Порядок сборки

1) Плату солнечного датчика соединить с универсальной платой (рисунок 73):

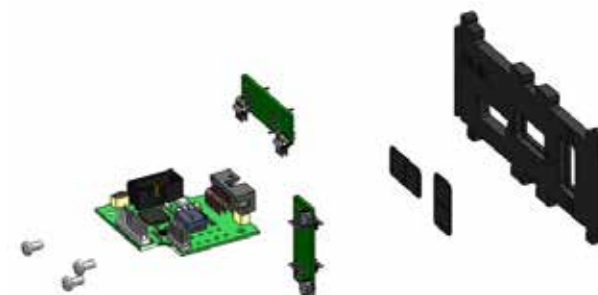


Рисунок 73. Крепление платы СД

2) Маску солнечного датчика соединить с платой солнечного датчика (рисунок 74):

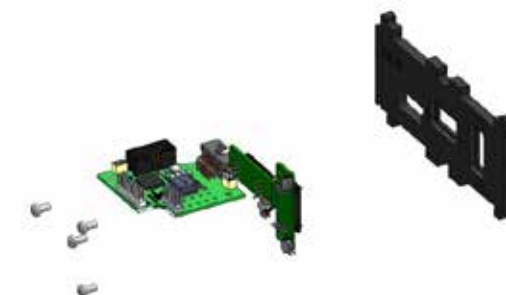


Рисунок 74. Крепление маски солнечного датчика

3) Вставить разъем универсальной платы в вырез боковой стенки и закрепить плату солнечного датчика винтами M3x6 (рисунок 75):

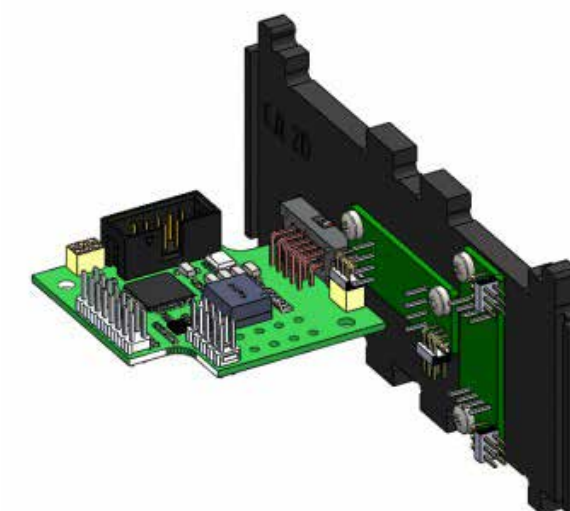


Рисунок 75. Крепление универсальной платы с боковой стенкой

4) На нижнее основание (обозначено: СД ↓) установить белые пластиковые шайбы (рисунок 76):



Рисунок 76. Установка шайб на нижнее основание

5) Закрепить плату с боковой стенкой на нижнем основании. Для этого совместить выступы боковой стенки с отверстиями в основании и защелкнуть. Плату закрепить винтами M3x12 с цилиндрической головкой, придерживая пластиковые шайбы (рисунок 77):

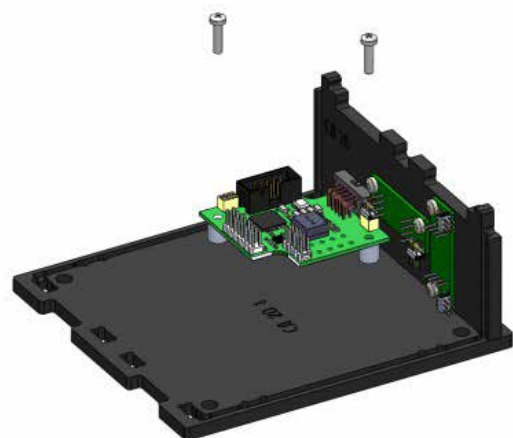


Рисунок 77. Крепление боковой стенки

6) Закрепить вторую боковую стенку на нижнем основании. Для этого совместить выступы боковой стенки с отверстиями в основании и защелкнуть (рисунок 78):

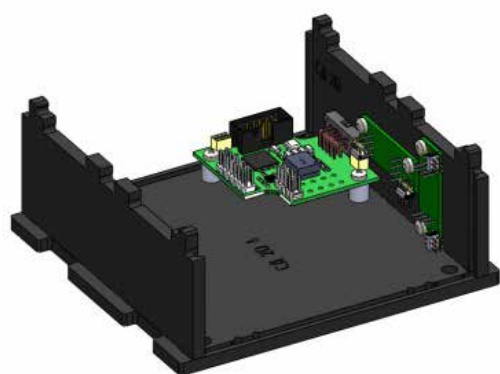


Рисунок 78. Крепление второй боковой стенки

7) Подключить установленную вертикально плату солнечного датчика к универсальной плате.

8) Закрепить четыре прозрачные панели на нижнем основании. Для этого каждую панель провести по направляющим в стенках до основания и защелкнуть. Соблюдать расположение и ориентацию прозрачной панели с осями как на рисунке ниже (рисунок 79):

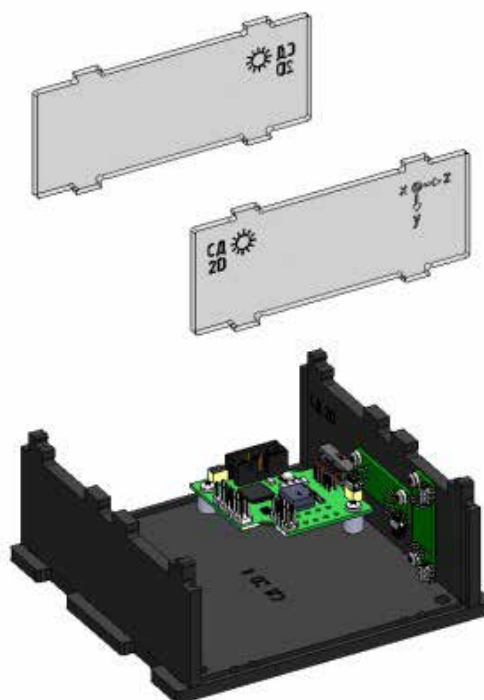


Рисунок 79. Крепление прозрачных панелей

9) Прикрепить верхнюю крышку (обозначена СД↑) к собранному корпусу. Для этого совместить вырезы на верхней крышке и выступы двух стенок, четырех прозрачных панелей и защелкнуть, приложив усилия.

Так выглядит собранный модуль СД (рисунок 80):



Рисунок 80. Собранный модуль

3.10. Сборка модуля наземного ВЧ (высокочастотного)

Наземный модуль ВЧ – это устройство, содержащее приёмопередатчик, позволяющее принимать данные (снимки или информацию) при помощи ИК-приемника. С помощью наземного модуля ВЧ происходит имитация направленной передачи данных со скоростью 115 200 бит/с. Для передачи данных следует расположить приемник и передатчик напротив друг друга на расстоянии не более 1 м.

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 81):

- все детали с надписью ВЧ (две боковые крышки, кронштейн, задняя крышка, переднее кольцо, верхнее и нижнее основание);
- дополнительные детали (кольца – 3 шт.);
- платы (плата ВЧ, преобразователь USB-UART);
- шлейф для соединения платы ВЧ и платы-переходника;
- крепеж (латунные стойки PCHSS M3x12 – 3 шт., латунные стойки PCHSN M3x18 – 3 шт., винты с потайной головкой M3x10 – 6 шт., M3x20 – 2 шт., винты с цилиндрической головкой M3x12 – 4 шт., M2x6 – 2 шт.)

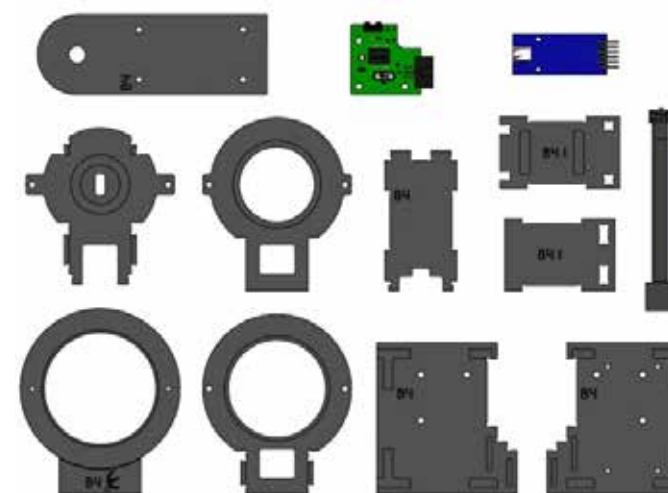


Рисунок 81. Компоненты для сборки модуля

Порядок сборки

1) Четыре кольца расположить в порядке от меньшего к большему и соединить между собой двумя винтами M3x20. (Большое кольцо обозначено: ВЧ + логотип) (рисунок 82):



Рисунок 82. Сборка колец

2) Преобразователь USB-UART соединить с нижним основанием (обозначено: ВЧ↓) двумя винтами M2x6, шлейф подключить к разъему переходника (рисунок 83):

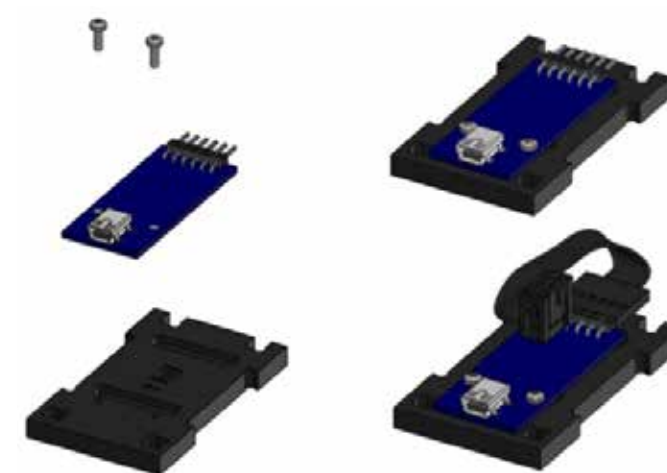


Рисунок 83. Крепление преобразователя к основанию

3) Нижнее основание с закрепленной платой соединить с задней стенкой (обозначена: ВЧ) и верхним основанием (обозначено: ВЧ↑). Для этого совместить выступы задней стенки с отверстиями в верхнем и нижнем основании и защелкнуть. Соединить с четырьмя кольцами. Для этого совместить выступы маленького кольца с отверстиями нижнего основания и защелкнуть. Маленькое кольцо и верхнее основание не имеют специальных элементов для соединения (рисунок 84):

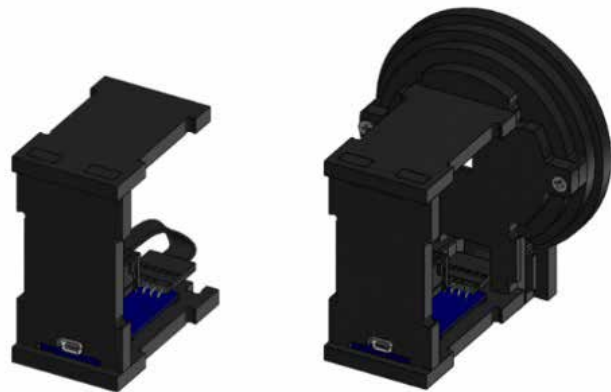


Рисунок 84. Крепление основания с кольцами

4) Плату ВЧ прикрепить к боковой стенке (обозначена: ВЧ). Для крепления использовать винты с потайной головкой М3х10 (3 шт.), латунные стойки с внутренней резьбой РСНСС М3х12 (3 шт.) и латунные стойки с внутренней и внешней резьбой РСНСН М3х18 (3 шт.) (рисунок 85):

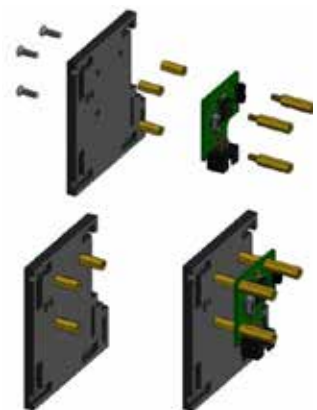


Рисунок 85. Крепление платы ВЧ к боковой стенке

5) Боковую стенку с закрепленной платой соединить с остальной конструкцией. Перед этим шлейф, подключенный к переходнику USB-UART, подключить к плате ВЧ. Затем совместить вырезы в боковых стенках с выступами верхнего и нижнего осно-

ваний, задней стенки, колец и защелкнуть. Закрепить боковую стенку винтами М3х10 (рисунок 86):

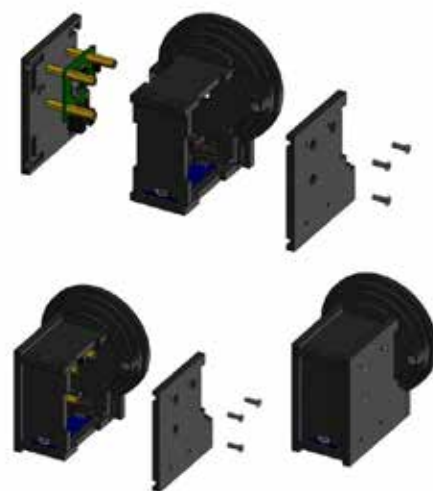


Рисунок 86. Крепление боковой стенки

6) Прикрепить к собранному корпусу кронштейн четырьмя винтами М3х12 (в случае необходимости крепления модуля к профилю) (рисунок 87):

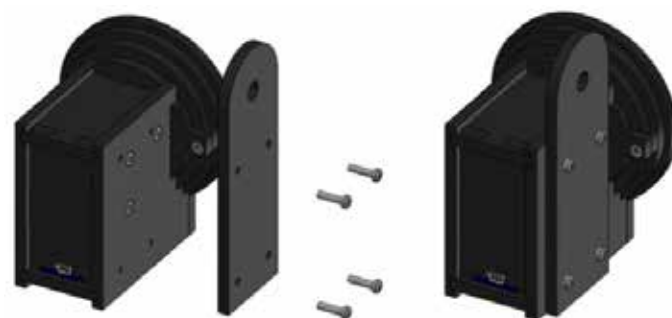


Рисунок 87. Крепление кронштейна

Полностью собранное устройство выглядит так (рисунок 88):

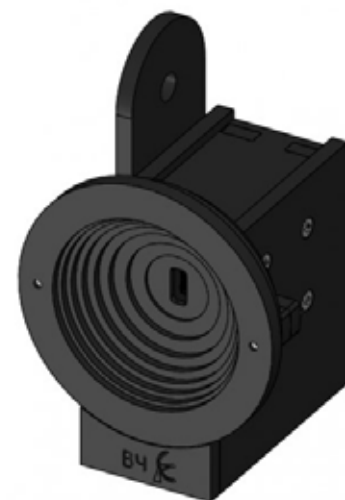


Рисунок 88. Готовое устройство

3.11. Сборка модуля наземного УКВ (ультракоротких волн)

Наземный модуль УКВ – это устройство, позволяющее обмениваться информацией между ЦУП и бортовым УКВ при помощи Houston Application. С помощью наземного модуля УКВ происходит имитация направленной передачи данных со скоростью 9600 бит/с. Частота составляет 435..437 МГц. Расстояние между наземным и бортовым УКВ может составлять до 100 м на открытом пространстве.

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 89):

- все детали с надписью УКВ (два основания, две стенки, две прозрачные панели);
- плата УКВ;
- антенна;
- крепеж (латунные стойки РСНСС М3х15 – 4 шт., винты с потайной головкой М3х10 – 8 шт.).

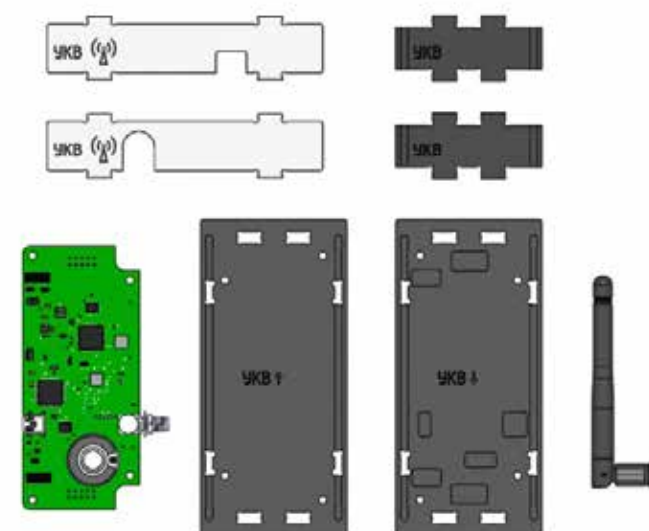


Рисунок 89. Компоненты для сборки модуля

Порядок сборки

1) На нижнее основание (обозначено: УКВ ↓) установить плату УКВ. Плату закрепить четырьмя латунными стойками РСНСС М3х15 и четырьмя винтами с потайной головкой М3х10 (рисунок 90):

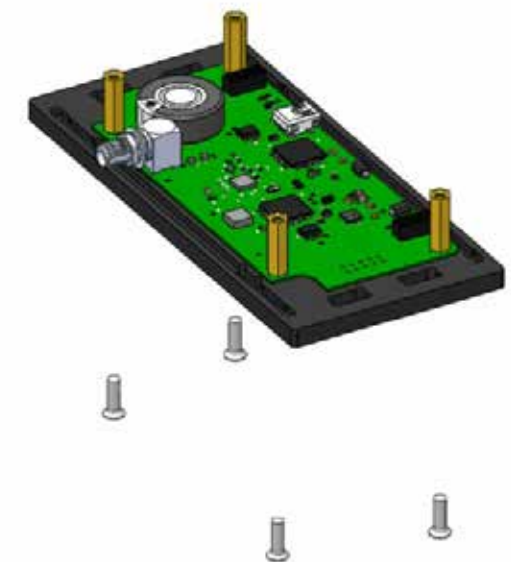


Рисунок 90. Установка платы

2) Установить боковые стенки на нижнее основание. Для этого совместить выступы боковых стенок с отверстиями в основании и защелкнуть (рисунок 91):

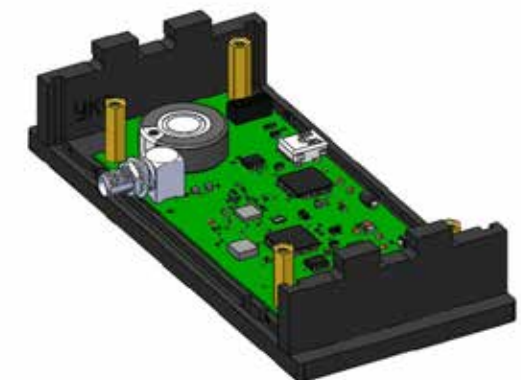


Рисунок 91. Установка боковых стенок

3) Установить две прозрачные панели на нижнее основание. Для этого каждую панель провести по направляющим в стенках до основания и защелкнуть (рисунок 92):

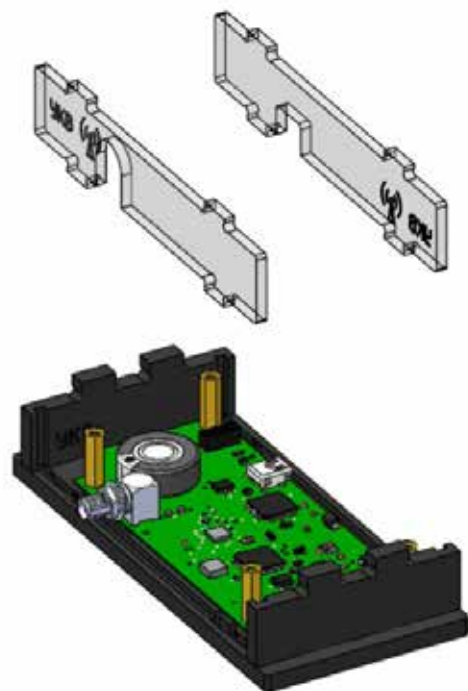


Рисунок 92. Установка прозрачных панелей

4) Установить верхнюю крышку (обозначена: УКВ↑) на собранный корпус. Для этого совместить вырезы на верхней крышке и выступы двух стенок, двух панелей и защелкнуть, приложив усилия (рисунок 93):

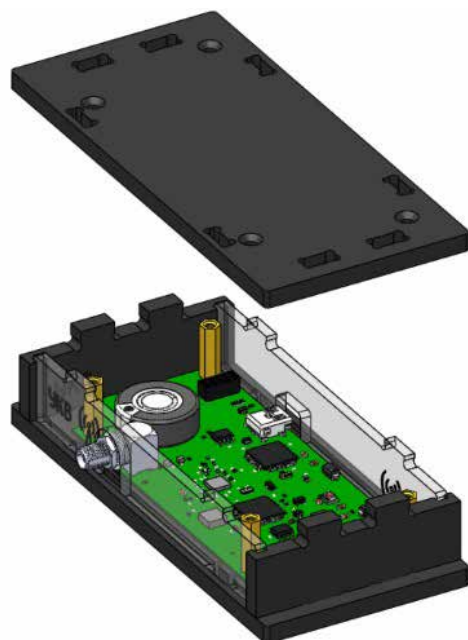


Рисунок 93. Установка верхней крышки

5) Закрепить крышку четырьмя винтами с потайной головкой M3x10 (рисунок 94):



Рисунок 94. Крепление крышки винтами

6) К плате УКВ подключить антенну. Собранный модуль УКВ наземный выглядит так (рисунок 95):



Рисунок 95. Собранный модуль с антенной

3.12. Сборка тестера шлейфов

Тестер шлейфов – это модуль, с помощью которого возможна проверка работы обжатых кабелей. Если кабели работают исправно, индикатор на модуле загорается зеленым цветом, иначе – красным.

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 96):

- все детали с надписью Тестер (два основания, две стенки, две прозрачные панели);
- дополнительные детали (прозрачная панель с отверстиями);
- плата тестера шлейфов;
- крепеж (латунные стойки PCHSS M3x8 – 4 шт., винты с потайной головкой M3x10 – 8шт., винты с цилиндрической головкой M3x8 – 4 шт.).

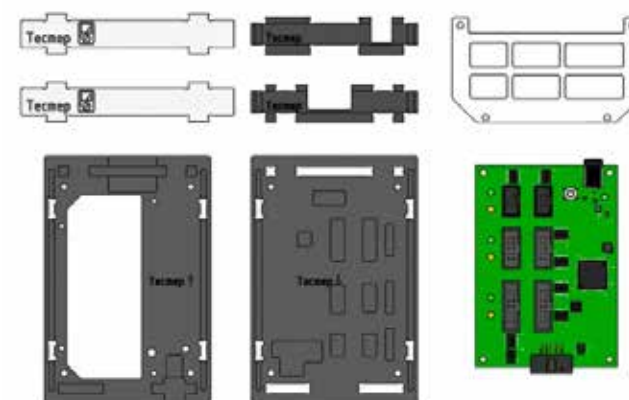


Рисунок 96. Компоненты для сборки модуля

Порядок сборки

1) На нижнее основание (обозначено: тестер ↓) установить две боковые стенки. Для этого совместить выступы боковых стенок с отверстиями в основании и защелкнуть (рисунок 97):

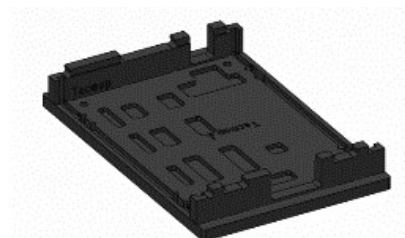


Рисунок 97. Установка боковых стенок

2) Установить плату тестера (рисунок 98):

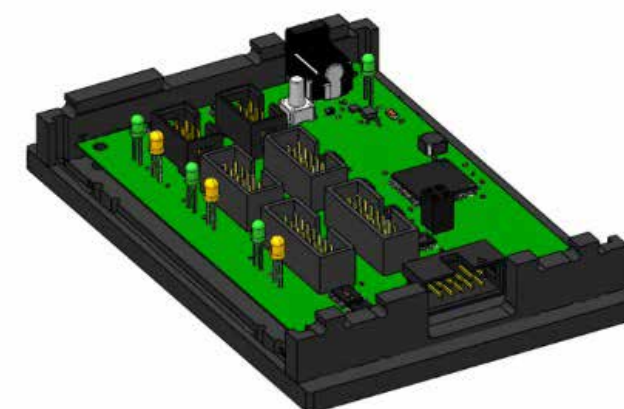


Рисунок 98. Установка платы тестера

3) Прикрепить плату к нижнему основанию с помощью четырех латунных стоек PCHSS M3x8 и четырех винтов с потайной головкой M3x10 (рисунок 99):

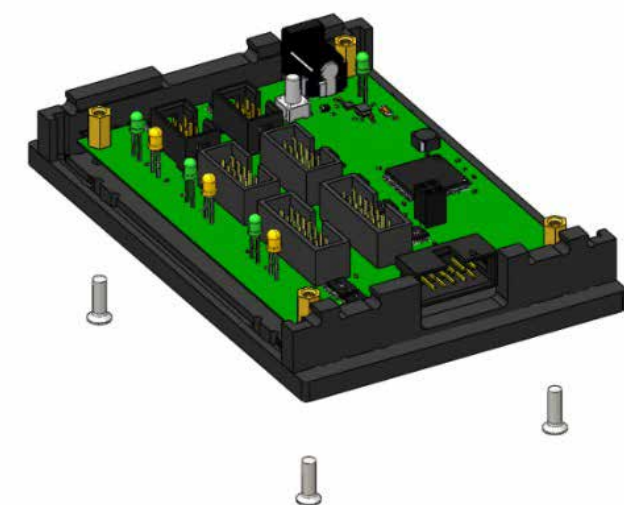


Рисунок 99. Крепление нижнего основания

4) Закрепить две прозрачные панели на нижнем основании. Для этого каждую панель провести по направляющим в стенках до основания и защелкнуть (рисунок 100):

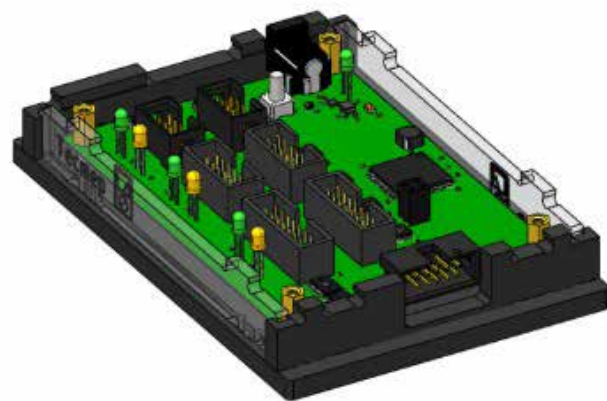


Рисунок 100. Крепление двух панелей

5) Собрать верхнее основание (обозначено: тестер ↑) с прозрачной панелью с отверстиями с помощью винтов с цилиндрической головкой M3x8 (рисунок 101):

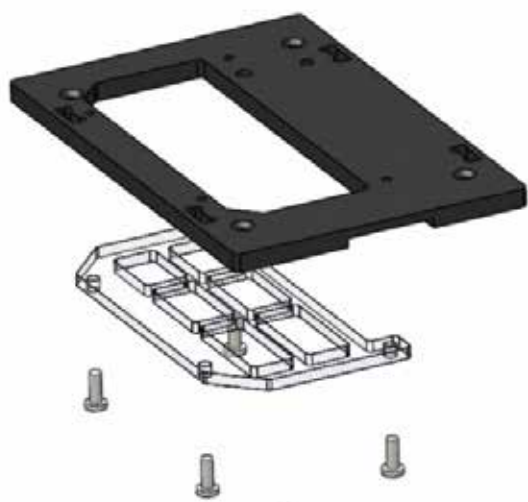


Рисунок 101. Сборка верхнего основания

Вид собранного верхнего основания снизу (рисунок 102):



Рисунок 102. Основание в собранном виде

6) Установить верхнюю крышку на собранный корпус. Для этого совместить вырезы на верхней крышке и выступы двух стенок, двух панелей и защелкнуть, приложив усилия (рисунок 103):



Рисунок 103. Установка верхней крышки

7) Прикрепить верхнюю крышку четырьмя винтами с потайной головкой M3x10. Так выглядит собранный модуль «Тестер шлейфов» (рисунок 104):



Рисунок 104. Собранный модуль

3.13. Сборка кабельной сети

О кабельной сети

Бортовая кабельная сеть необходима для информационного обмена между подсистемами и центральным компьютером, а также для подачи питания на подсистемы.

Подсистемы спутника имеют по несколько дублирующих разъемов для подключения к бортовой сети. Таким образом, подключенный к бортовой сети прибор не только сам доступен для информационного обмена с ним, но и предоставляет возможность подключения через себя последующих подсистем в цепи.

Информационная сеть построена с использованием протокола UniCAN. Для облегчения монтажа линии питания и информационная сеть объединены в один шлейф. Подключение подсистем осуществляется через разъем IDC-10F (DS1016-10) со стороны жгута и IDC-10M (DS1013-10) со стороны прибора. Поскольку возможна различная компоновка элементов конструктора, то определение длины каждого шлейфа, его конфигурация, и в конечном итоге изготовление остается за пользователем.

Разъем IDC-10F (рисунок 105)



Рисунок 105. Разъем IDC-10F

Для соединения БВМ с переходником камеры используется широкий шлейф с разъемами типа IDC-14F (DS1016-14).

Разъем IDC-14F (рисунок 106):



Рисунок 106. Разъем IDC-14F

Для соединения БВМ и ВЧ используется узкий шлейф с разъемами типа IDC-6F (DS1016-06).

Разъем IDC-6F (рисунок 107):



Рисунок 107. Разъем IDC-6F

Шлейф 10 pin (рисунок 108):



Рисунок 108. Шлейф 10 pin

Подготовка

- Из набора ОрбиКрафт 3D возьмите: кримпер, кусачки, катушку шлейфа, 2 разъема IDC-10F, тестер шлейфов и адаптер питания 12В.
- От катушки десятиканального шлейфа ножницами отрежьте шлейф необходимой длины.

Сборка шлейфа

- Вставьте в кримпер желтую вставку, идущую в комплекте.
- Поместите разъем в желтую вставку под центр зажимающей планки кримпера.
- Удерживая одной рукой кримпер с разъемом, второй рукой поместите конец шлейфа в разъем.
- Зажмите кримпером разъем с вставленным концом шлейфа до звука характерного щелчка.
- Убедитесь визуально, что разъем защелкнулся.
- Следите за тем, чтобы шлейф полностью был в разъеме, но не торчал слишком сильно с обратной стороны.
- Перед тем как приложить усилие для защелкивания следует слегка прижать защелку, удостовериться, что жилы шлейфа ровно попадают между контактами и только после этого окончательно защелкнуть разъем.
- Повторите алгоритм действий для второго конца шлейфа со вторым разъемом IDC-10F.
- При обжиме шлейфа важно помнить о совпадении направлений установки разъемов, как показано на иллюстрациях, приведенных ниже.

Правильная сборка (рисунок 109):

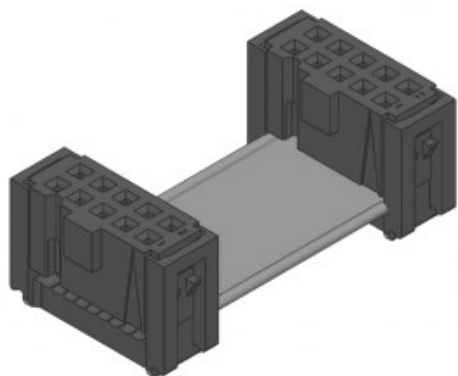


Рисунок 109. Правильная сборка

Неправильная сборка (рисунок 110):

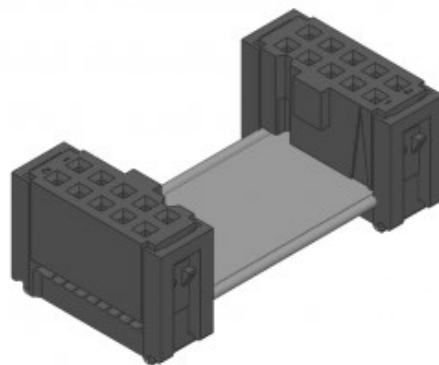


Рисунок 110. Неправильная сборка

Существующая распиновка разъема (назначение каждого из контактов) минимизирует вероятность повреждения оборудования при неправильном изготовлении шлейфа пользователем. Она, однако, не гарантирует того, что прибор нельзя вывести из строя в принципе. Отметим также, что изготовление и доработка шлейфов пользователем не требуют специальных навыков и инструмента.

Соединение модулей конструктора (рисунок 111):



Рисунок 111. Соединение модулей конструктора

При сборке кабельной сети обязательно установите в один из пустых разъемов терминирующий резистор (терминатор)

Терминирующий резистор (терминатор)

Терминатор, согласователь — поглотитель энергии (обычно резистор) на конце длинной линии, сопротивление которого равно волновому сопротивлению данной линии. Применительно к электронике слово «терминатор» используется в основном в компьютерном жаргоне, синонимом явля-

Сборка кабельной сети

ется выражение «согласованная нагрузка». Для шины CAN устанавливается терминатор сопротивлением 120 Ом (рисунок 113):



Рисунок 112. Терминирующий резистор (терминатор)

4. Инструкция по сборке ОрбиКрафт 3D

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 113):

- модули (УДМ, ПН, СЭП, БВМ, СД, УК-В+ВЧ+ДЗЗ);
- нижнее основание, приборные ножки — 4 шт., винты с цилиндрической головкой M3x5 — 4 шт. (в сборе);
- верхнее основание, винт с кольцом M4 — 1 шт., гайка M4 — 1 шт. (в сборе);

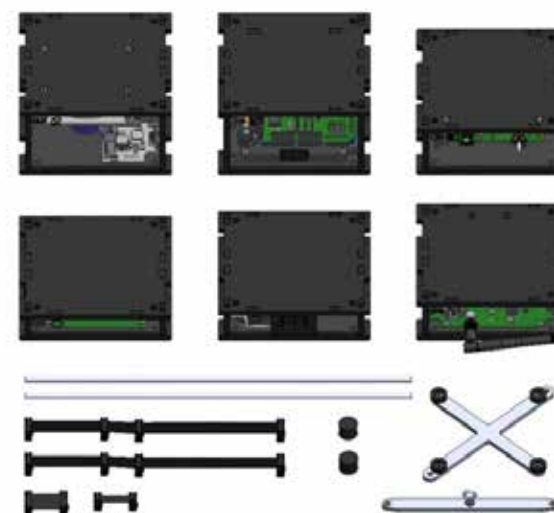


Рисунок 113. Модули для сборки конструктора спутника

Проверка шлейфа

- Подключите тестер шлейфов в сеть 220В с помощью адаптера питания 12В, идущего в комплекте.
- Воткните собранный шлейф в соответствующие разъемы на тестере шлейфов. Должен загореться зеленый огонек «ОК».
- Если у Вас загорелся красный огонек «Короткое замыкание», то значит либо Вы повредили изоляцию двух соседних каналов при обжатии шлейфа, либо неправильно поставили два разъема относительно друг друга. Попробуйте заново обжать шлейф, следуя изложенным выше инструкциям.

- крепеж (шпилька M4 — 2 шт., гайки M4 с рифлением — 2 шт.);
- шлейфы (6-контактный — 1 шт., 14-контактный — 1 шт., 10-контактный — несколько штук).

Порядок сборки

1) Взять нижнее основание, приборные ножки — 4 шт., винты с цилиндрической головкой M3x5 — 4 шт. (уже собраны), установить на него первый модуль так, чтобы четыре резьбовых отверстия в основании совпадали с четырьмя отверстиями в модуле. На рисунке показан модуль СЭП (рисунок 114):



Рисунок 114. Установка основания



Рисунок 115. Вид снизу

2) Сверху установить следующий модуль, совместив четыре выступа нижнего модуля с четырьмя вырезами верхнего модуля (рисунок 116):



Рисунок 116. Установка модуля СД

3) Установить все шесть модулей (УДМ, ПН, СЭП, БВМ, СД, УКВ+ВЧ+ДЗЗ), каждый раз совмещая четыре выступа нижнего модуля с четырьмя вырезами верхнего модуля (рисунок 117):

Не устанавливать друг на друга модули СЭП и БВМ, чтобы аккумуляторы не влияли на показания магнитометра!



Рисунок 117. Установка модулей БВМ, УКВ+ВЧ+ДЗЗ, ПН и УДМ

4) Две шпильки М4 установить в отверстия модулей (любые два по диагонали) и вкрутить их в резьбовые отверстия нижнего основания (рисунок 118):



Рисунок 118. Установка шпилек

5) Взять верхнее основание, винт с кольцом М4 – 1 шт., гайка М4 – 1 шт. (уже собраны) и установить их сверху последнего модуля, совместить его с двумя выступами шпильки М4 (рисунок 119):



Рисунок 119. Установка винта с кольцом

6) Закрепить основание, закрутив две гайки М4 с рифлением на шпильки М4 (рисунок 120):



Рисунок 120. Крепление винта с кольцом гайками

7) Подключить модули друг к другу шлейфами (рисунок 121):

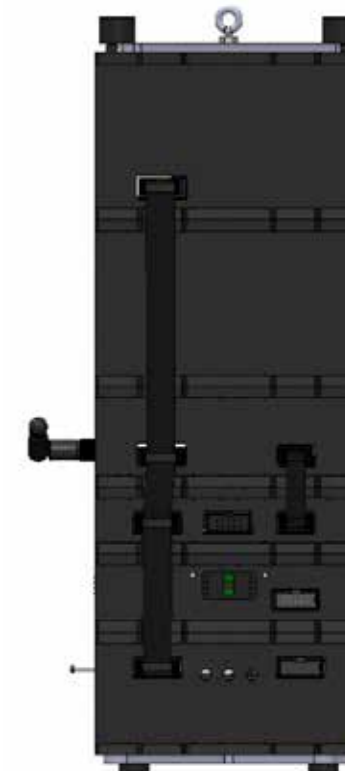


Рисунок 121. Подключение шлейфами

8) Собранный устройство выглядит так (рисунок 122):



Рисунок 122. Собранный конструктор спутника (одноосная конфигурация)

5. Инструкция по сборке ОрбиКрафт 3D в трехосной конфигурации

Компоненты, необходимые для сборки (рисунок 124):

- модули (УДМ 3D, СД 2D, СЭП, БВМ, УКВ+ВЧ+ДЗЗ);
- нижнее основание, приборные ножки – 4 шт, винты с цилиндрической головкой М3х5 – 4 шт (в сборе)
- верхнее основание, винт с кольцом М4 – 1 шт, гайка М4 – 1 шт (в сборе)
- крепеж (шпилька М4 – 2 шт, гайки М4 с рифлением – 2 шт)
- шлейфы (6-контактный – 1 шт, 14-контактный – 1 шт, 10-контактный – несколько штук)

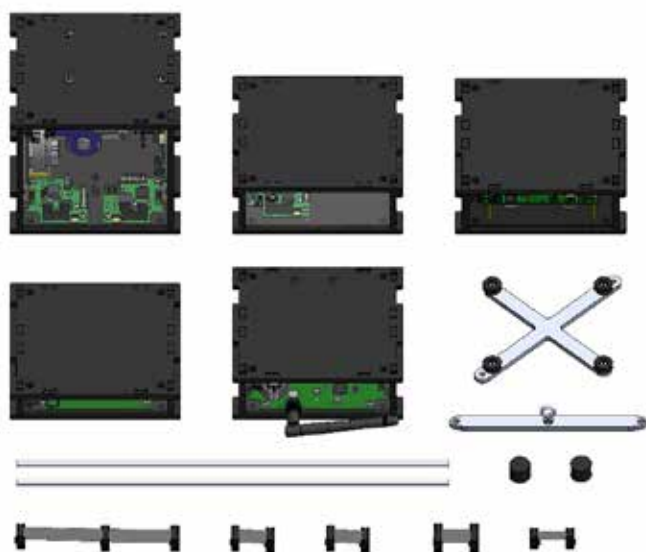


Рисунок 123. Модули для сборки конструктора спутника

Порядок сборки:

1) Взять нижнее основание, приборные ножки – 4 шт, винты с цилиндрической головкой М3х5 – 4 шт (уже собраны), установить на него первый модуль так, чтобы четыре резьбовых отверстия в основании совпадали с четырьмя отверстиями в модуле. Первым рекомендуется установить модуль БВМ (рисунок 124):



Рисунок 124. Установка основания
Вид снизу (рисунок 125):



Рисунок 125. Вид снизу

2) Сверху установить следующий модуль, совместив четыре выступа нижнего модуля с четырьмя вырезами верхнего модуля (рисунок 126):



Рисунок 126. Установка следующего модуля

3) Установить все шесть модулей (УДМ 3D, СД 2D, СЭП, БВМ, УКВ+ВЧ+ДЗЗ), каждый раз совмещая четыре выступа нижнего модуля с четырьмя вырезами верхнего модуля. Модули обязательно ориентировать как указано на рисунке (стенки модулей УДМ 3D, СД 2D, БВМ, на которых выгравированы оси, развернуты в одну сторону). Модули рекомендуется устанавливать в последовательности, указанной на рисунке (рисунок 127):

Не устанавливать друг на друга модули СЭП и БВМ, чтобы аккумуляторы не влияли на показания магнитометра!



Рисунок 127. Установка модулей

4) Две шпильки М4 установить в отверстия модулей (любые два по диагонали) и вкрутить их в резьбовые отверстия нижнего основания (рисунок 128):



Рисунок 128. Установка шпилек

5) Взять верхнее основание, винт с кольцом М4 – 1 шт, гайка М4 – 1 шт (уже собраны) и установить их сверху последнего модуля, совместить его с двумя шпильками М4 (рисунок 129):



Рисунок 129. Установка винта с кольцом

6) Закрепить основание, закрутив две гайки М4 с рифлением на шпильки М4 (рисунок 130):



Рисунок 130. Крепление верхнего основания

8) Собранное устройство выглядит так (рисунок 132):



Рисунок 132. Собранный конструктор спутника (трехосная конфигурация)

7) Подключить модули друг к другу шлейфами (рисунок 131):

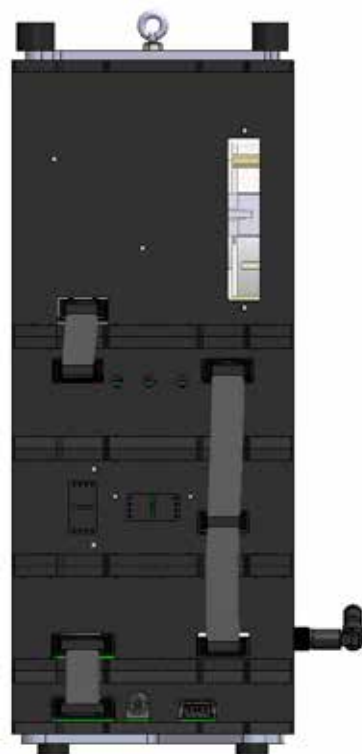


Рисунок 131. Подключение шлейфами

Инструкция по сборке конструктора наноспутника ОрбиКрафт 3D



SPUTNIX

BY SITRONICS

