Версия 2.0

05.03.2022

Выполнила команда №7

Разработчики:  
Краснов Александр - Радиоинженер  
Казаков Даниил - Программист  
Толкачев Федор – Конструктор

Технологическая карта сборки функциональной модели космического аппарата

«たわごと»

нологическа

SKB

Оглавление

[Глоссарий 3](#_Toc97416258)

[Конструктивные особенности 4](#_Toc97416259)

[Рекомендации к сборке 4](#_Toc97416260)

[Карта эскизов 4](#_Toc97416261)

[Система расчиковки 5](#_Toc97416262)

[Кинематическая схема системы раскрытия и управления поворотом солнечных батарей (БС) 5](#_Toc97416263)

[Кинематическая схема системы раскрытия и управления поворотом рефлектора 5](#_Toc97416264)

[Чертеж и спецификация 6](#_Toc97416265)

[Таблица масс устанавливаемых модулей МКА 8](file:///E:\Project_7\Техкарта.docx#_Toc97416266)

[Логика функционирования (логические и алгоритмические блок-схемы) 9](#_Toc97416267)

[Используемые материалы 10](#_Toc97416268)

[Крепеж 10](#_Toc97416269)

[Средства индивидуальной защиты 10](#_Toc97416270)

[Технологические машины для изготовления 11](#_Toc97416271)

[Оборудование для сборки МКА 12](#_Toc97416272)

[Оборудование для испытаний МКА 12](#_Toc97416273)

[Инструменты для сборки МКА 12](#_Toc97416274)

[Электронные компоненты и модули МКА для сборки 13](#_Toc97416275)

[Набор письменных принадлежностей 15](#_Toc97416276)

[Пайка печатной платы стабилизатора напряжения 15](#_Toc97416277)

[Список электронных компонентов 15](#_Toc97416278)

[Таблица шлейфов 16](#_Toc97416279)

[Полная электрическая схема всех систем и устройств МКА 17](#_Toc97416280)

[Перечень контрольных операций 18](#_Toc97416281)

[Входной контроль 18](#_Toc97416282)

[Промежуточный контроль 18](#_Toc97416283)

[Времянные затраты 18](#_Toc97416284)

[Алгоритм сборки (техпроцесс) с использованием параллельных операций 19](#_Toc97416285)

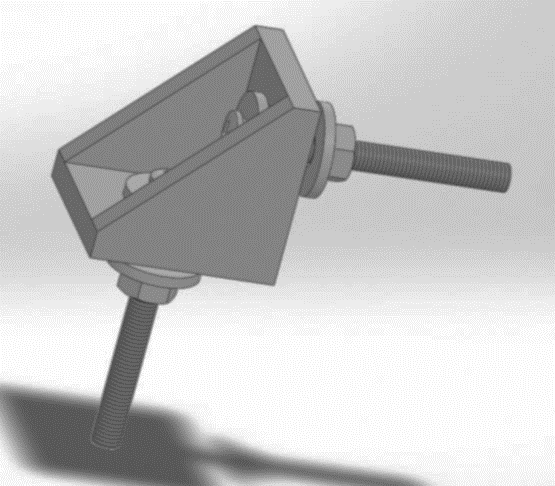
[Блок-схема алгоритма сборки с разделением трудовых процессов на многопоточность 20](#_Toc97416286)

# Глоссарий



# Конструктивные особенности

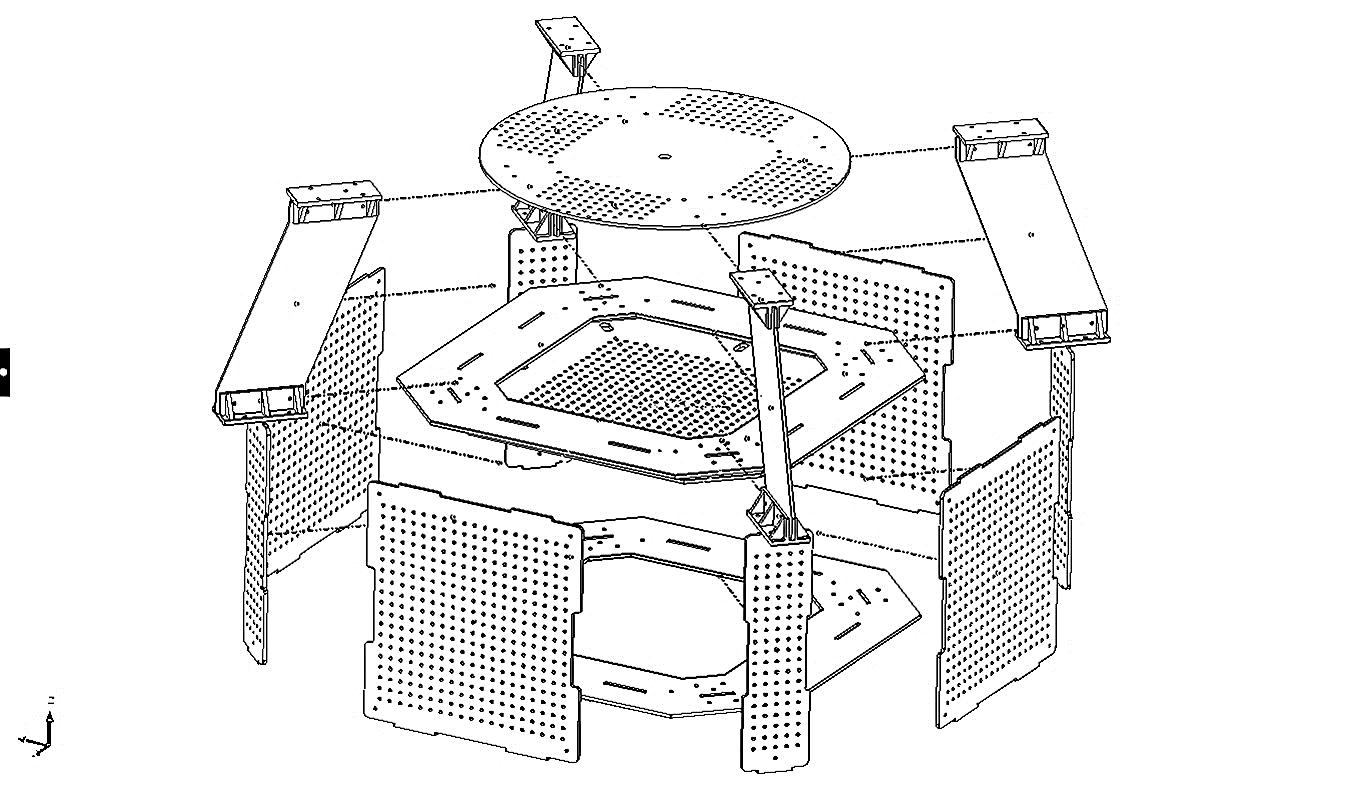
* Уголки крепятся перед креплением стенок



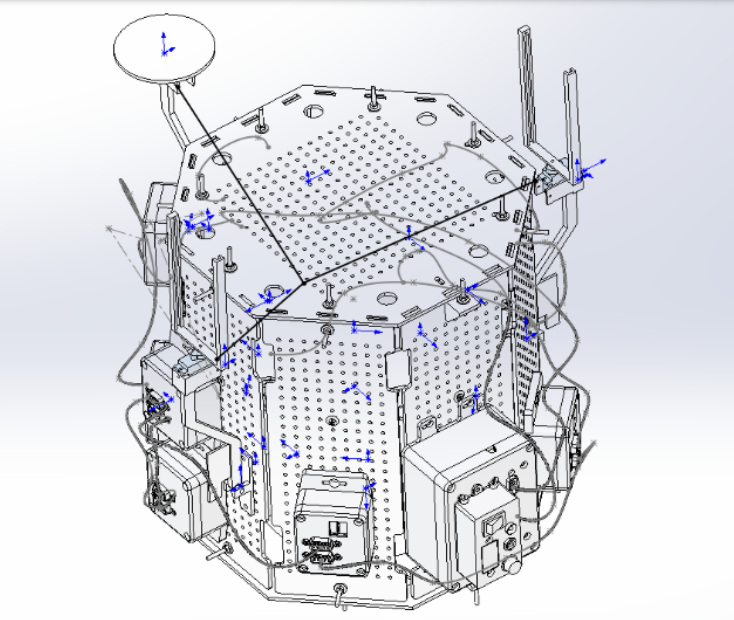
# Рекомендации к сборке

1. Соблюдать технику безопасности при проведении работ
2. Сборку осуществлять в комнате с ограничением доступа и требованием соблюдать правила работ и условия нахождения в чистой комнате класса 100000
3. Использовать инструмент по назначению
4. Не повреждать компоненты МКА
5. Содержать рабочее место в чистоте

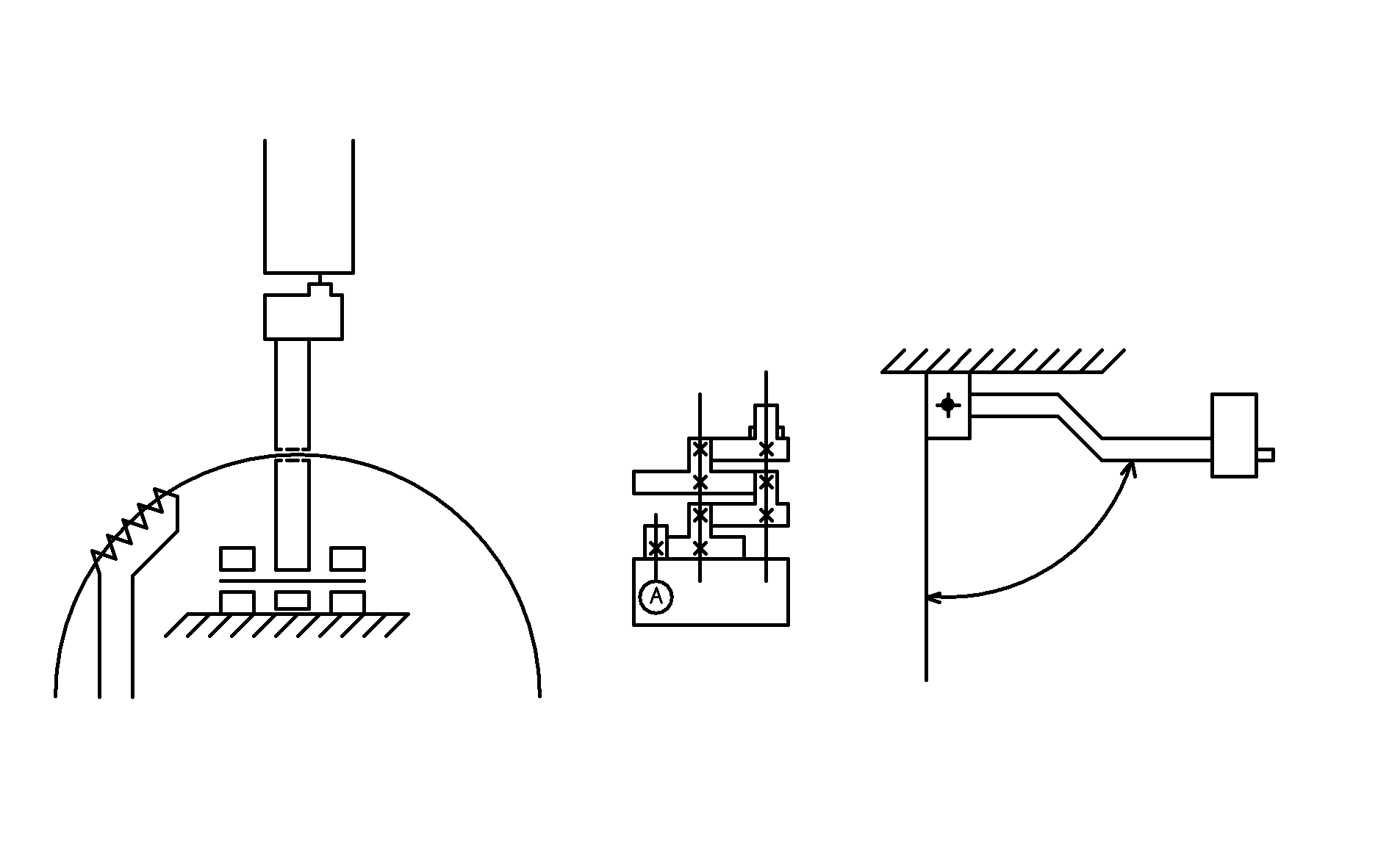
# Карта эскизов



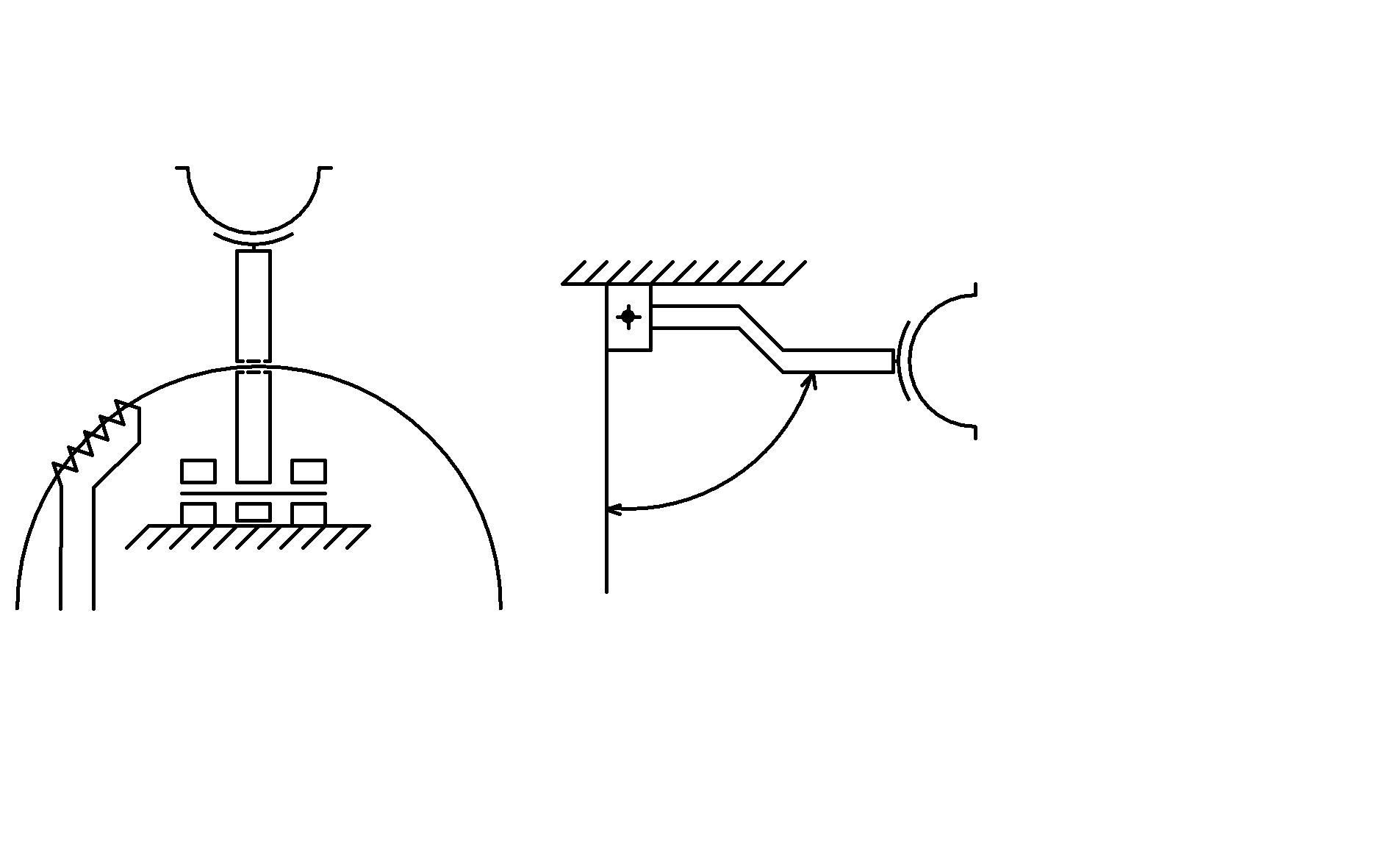
## Система расчиковки



# Кинематическая схема системы раскрытия и управления поворотом солнечных батарей (БС)

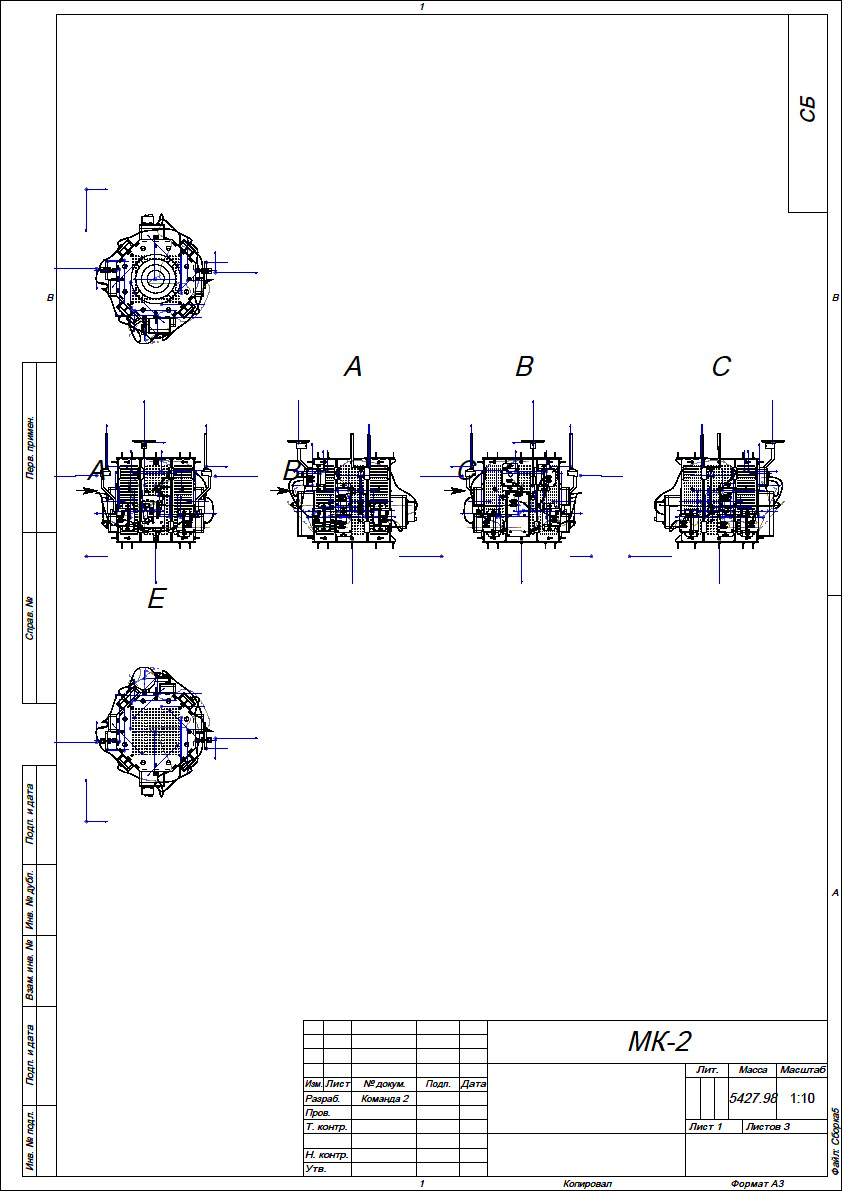


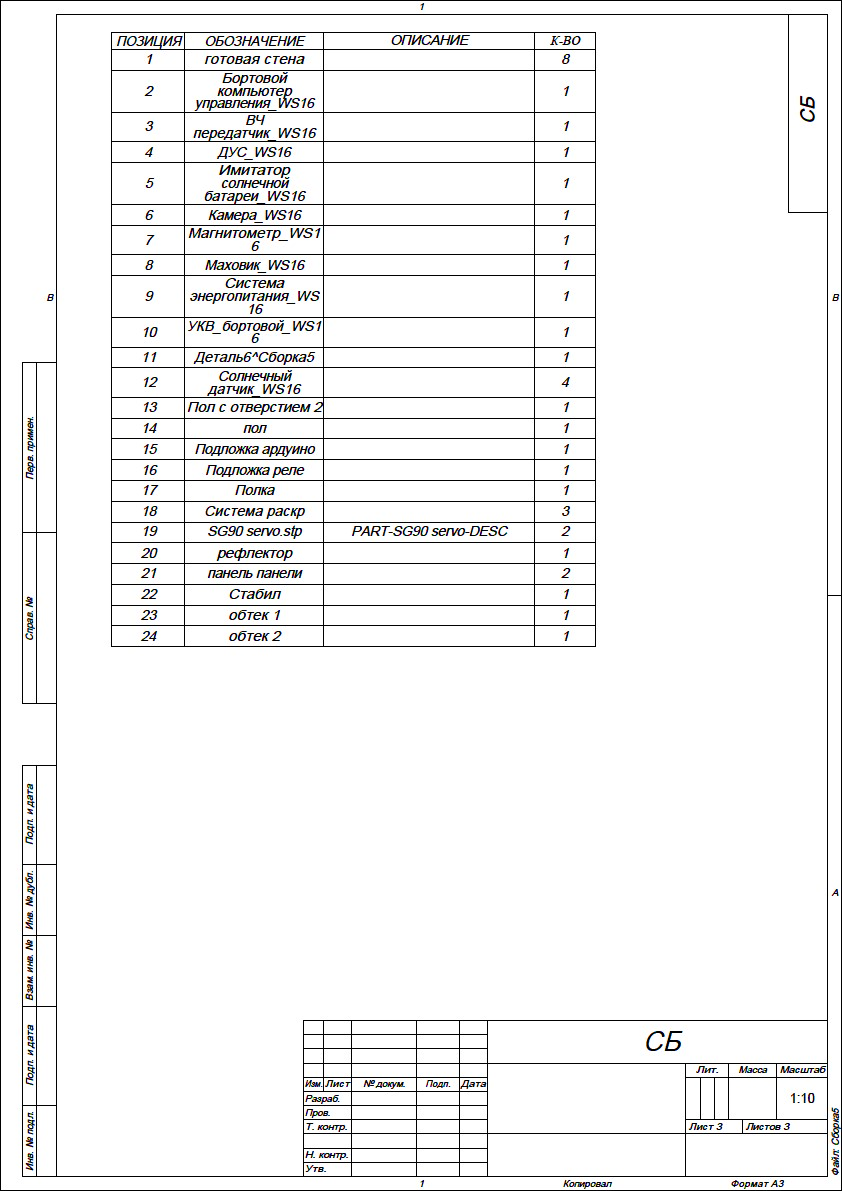
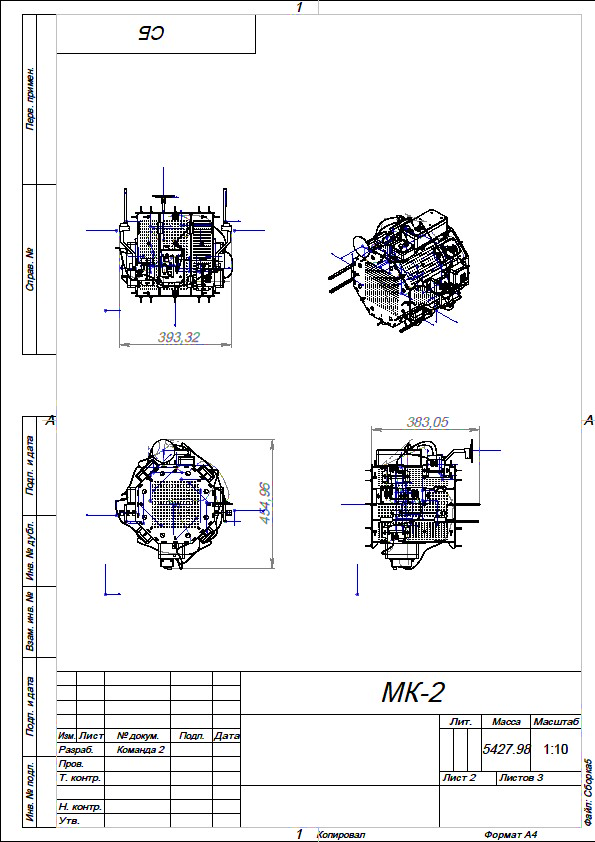
# Кинематическая схема системы раскрытия рефлектора



Рефлектор раскрывается механически

# Чертеж и спецификация

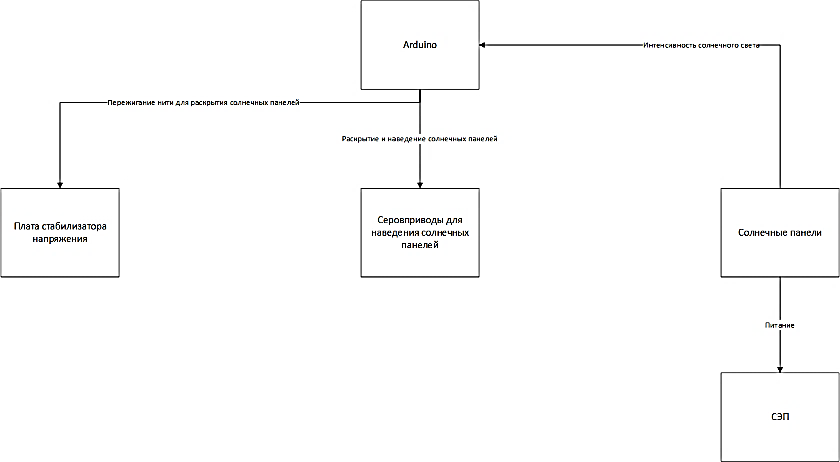
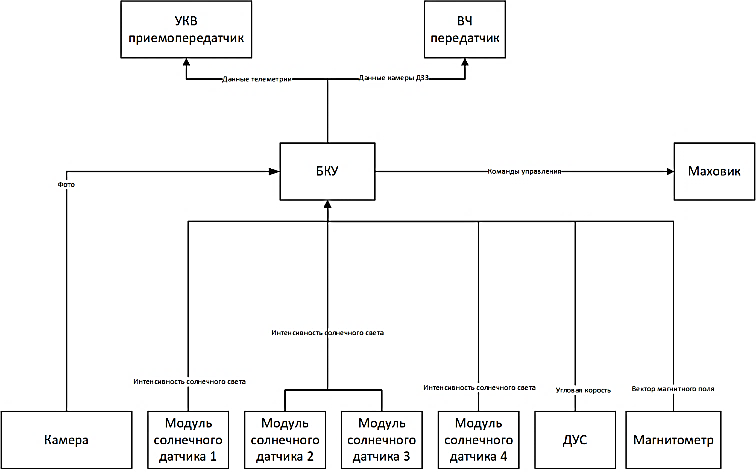


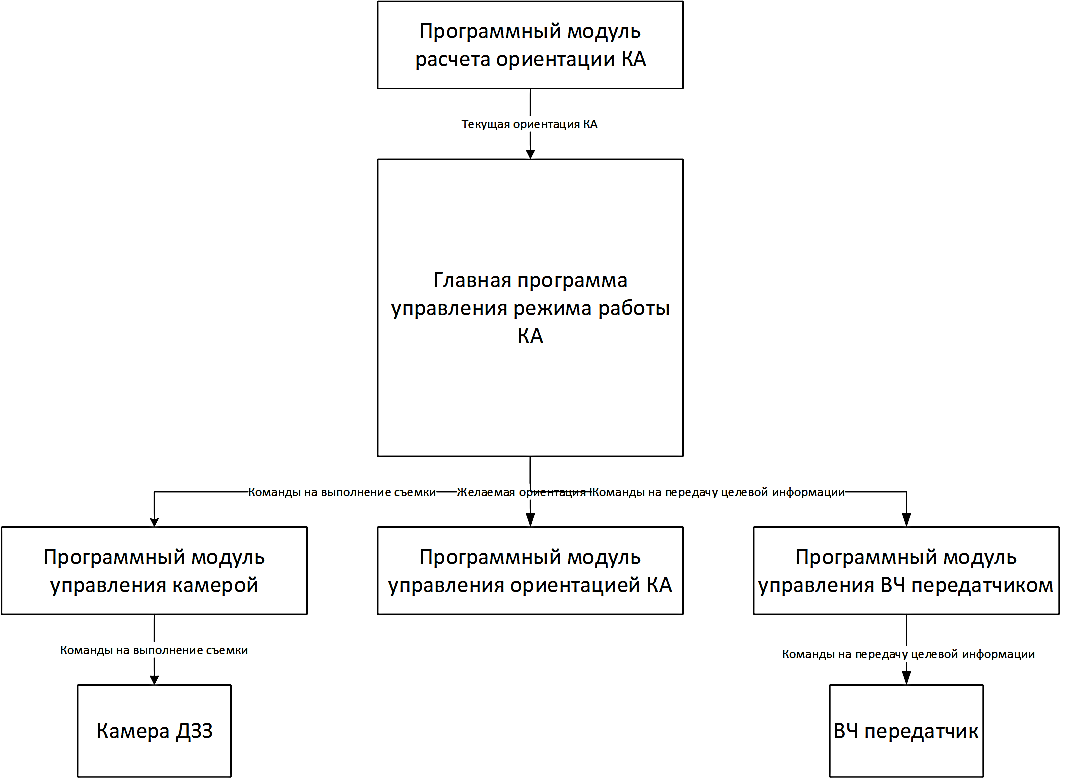


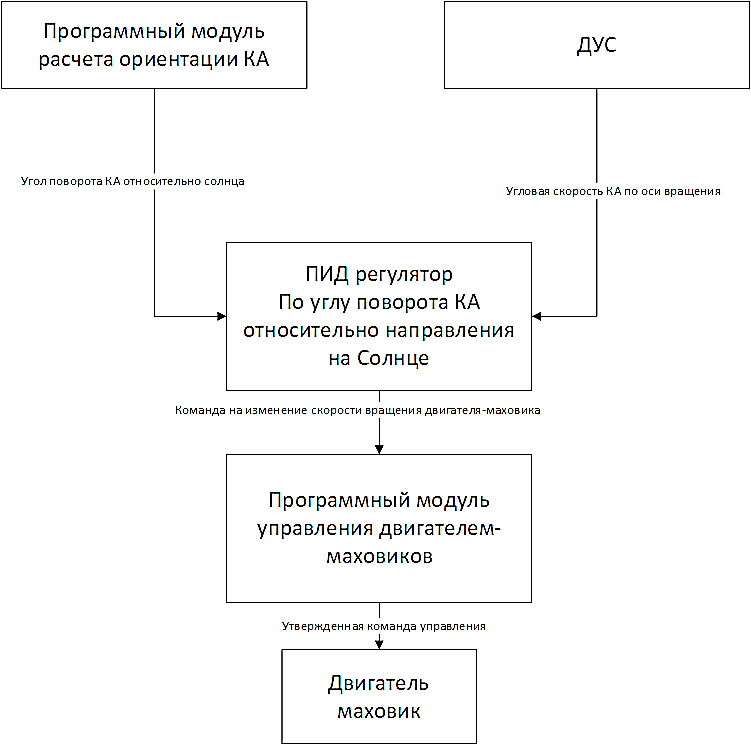
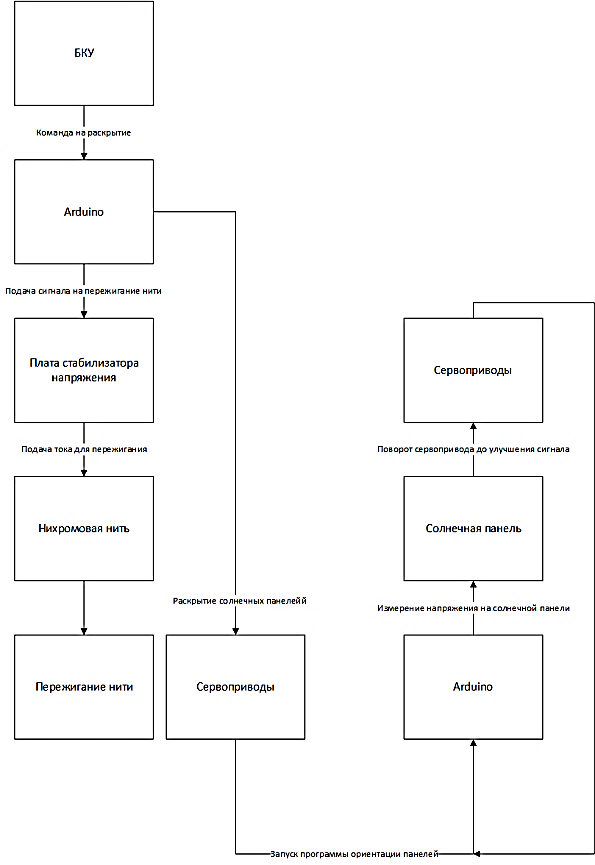
# Таблица масс устанавливаемых модулей МКА

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Укв-Передатчик 90 г. | Сэп 635 г. | Крыша 300г. |
| Магнитометр 95 г. | Дус 90 г. | Палуба 285 г. |
| Камера 85 г. | Вч-передатчик 90 г. | Стена 1-4 40 г. |
| Солнечный-датчик 1-4 90 г. |  | Стена 5-8 145 г. |
| Солнечная-батарея 90 г. |  | Уголок-большой 15 г. |
| Бку 335 г. |  | Уголок-маленький 5 г. |
| Маховик 545 г. | Рейка 50 г. | Пол с отверстием 305 г. |

# Логика функционирования (логические и алгоритмические блок-схемы)



# Используемые материалы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Тех. описание позиции | Ед. измерения | Кол-во |
| Акриловое стекло | 3 мм | лист 1,52Х152 | 1 |
| Нить для 3D принтера | ABS | упаковка | 2 |
| Клей для 3D принтера | без запаха, с распылителем | шт | 1 |
| Алюминиевый профиль | Сплав D16 (уголок или П-образный) 25Х30 мм | м | 1 |

# Крепеж

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Тех. описание позиции | Ед. измерения | Кол-во |
| Винт М4х30 для контровки | С осевым сверлением в шляпке винта | шт | 2 |
| Гайка М4 для контровки | С осевым сверлением в гранях | шт | 2 |
| Шпилька диаметр 3 мм | Резьба М3, длина 1 метр | шт | 2 |
| Проволока контровочная диаметр 0,8 мм | мягкая, оцинкованная | м | 1 |
| Крепеж | Шайба 1х10 | шт | 80 |
| Крепеж | Гайка м3 | шт | 40 |
| Крепеж | Винт м3х30 | шт | 40 |
| Клей секундный | типа космофен | шт | 1 |
| Изолента | белая | шт | 1 |
| Стяжки нейлоновые | 150 мм (белые, черные), 100 штук в упаковке | упаковка | - |
| Скотч бумажный (малярный) | 50 мм | шт | 1 |
| Скотч обычный, | 50 мм | шт | 1 |
| Скотч двусторонний, | 50 мм | шт | 1 |

# Средства индивидуальной защиты

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Тех. описание позиции | Ед. измерения | Кол-во |
| Антистатический комбинезон | одноразовый | шт | 3 |
| Антистатический халат | белый | шт | 3 |
| Антистатические перчатки | перчатки для проведения мелких работ по электрике | пары | 3 |
| Аптечка оказания первой медицинской помощи | Критические характеристики отсутствуют | шт | - |
| Огнетушитель углекислотный ОУ-1 | Критические характеристики отсутствуют | шт | - |
| Респираторы | одноразовые | шт | 3 |
| Шапочка одноразовая | одуванчик | шт | 3 |
| Очки защитные | Прозрачные | шт | 3 |
| Бахилы | одноразовые | упаковка | 1 |
| Антистатический браслет | С креплением быстрого соединения | шт | 1 |

# Технологические машины для изготовления

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Тех. описание позиции |
| Станок лазерной резки | Тип излучателя Отпаянный СО2 лазер Тип охлаждения излучателя Воздушное Производитель излучателя Synrad 48-series, США, Synrad FireStar, США или аналог Рабочая область 458 х 309мм Максимальный размер загружаемого материала 505 х 309 х 170мм Габариты станка (без упаковки) 0,72 х 0,64 х 0,38м Вес станка (без упаковки) 44кг Макс. скорость двигателей 1 м/с |
| Станок фрезерный | в комплектации:  стандартный комплект принадлежностей к станку (1 компл.) + стол-подставка RNS-540 сварной стальной конструкции со стальной столешницей толщиной не менее 9 мм (1 шт) + цанга ER16x3 мм (1 шт) + цанга ER16x4 мм (1 шт) + цанга ER16x6 мм (1 шт) Рабочая область: 500 x 400 x 155 мм; Мощность шпинделя: 400 Вт; Частота вращения: 400 - 12.000 об/мин; Встроенный датчик Z0; Возможность установки поворотной оси для 4D фрезеровки; Возможность установки автоматической смены инструмента; Программа Roland SRP Player для механобработки в комплекте; Станок поддерживает работу с промышленными G-кодами. |
| Принтер для 3D печати | Кол-во головок: 1 (возможность апгрейда до 2х) Область печати: 200х200х210 мм Расходники: ABS, PLA, PVA - 1.75 мм Толщина слоя: 50 микрон Скорость перемещения ПГ: 150 мм/сек Скорость: 30 см³/час Подогреваемая платформа: да Поддерживаемая ОС: Win Программное обеспечение: Polygon Формат файлов: .STL .OBJ .thing Энергопотребление: 220 В, 50-60 Гц, 300 Вт  Вес, кг: 10  Габариты, см: 365×386×452 мм |

# Оборудование для сборки МКА

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Тех. описание позиции | Ед. измерения | Кол-во |
| Подвес для макетов спутников | Из алюминиевого профиля (или другого профиля, не магнитного) | шт | 1 |
| Стол монтажный | Рабочая поверхность 550 x 1500 Высота столешницы 700 - 1200 Допустимая нагрузка 150 кг | шт | 1 |

# Оборудование для испытаний МКА

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Тех. описание позиции |
| Имитатор магнитного поля Земли | Имитатор магнитного поля Земли 1500Х1500 ммс локализацией магнитного поля в центре |
| Имитатор Земли | Шар, диаметром 1200 мм, с встроенными станциями УКВ диапазона |
| Имитатор Солнца | Прожектор не менее 1000 Вт |
| Аэродинамический подвес для моделей спутников | Подшипник диаметром 75-350 мм |
| Компрессор воздушный 50-100 литров | давление 2-6 Атм |
| Удлинитель для имитатора Солнца | Электрический провод в катушке сечением не менее 2,54 мм^2 |

# Инструменты для сборки МКА

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Тех. описание позиции | Ед. измерения | Кол-во |
| Набор отверток | 7 шт. SL25х75, 4х100, 6,5х125, PH0x60, PH1x80, PH2x100, PZ1х80, PZ2х100 Материал наконечника: сталь | набор | 1 |
| Набор инструментов | Набор рожковых, торцовых ключей ключей от 3 до 12, набор отверток шлиц + крестообразная от 2 мм до 4 мм | набор | 1 |
| Штангенциркуль электронный | Ширина, мм: 90. Длина, мм: 125 Материал: инструментальная сталь Марка: Fit или аналог | шт | 1 |
| Металлическая линейка | 500-1000 мм | шт | 1 |
| Шуруповерт акккумуляторный | Li-lon 14,4 -18 В, 2 Ач | шт | 1 |
| Плоскогубцы | комбинированные, пластиковая ручка, 180 м | шт | 1 |
| Набор пинцетов | материал: нержавеющая сталь | набор | 1 |
| Рулетка | 3-5м | шт | 1 |
| Весы 0 - 6 кг электронные | Разрешение 0,1 г. Имеют функцию счета .  Автоотключение питания Размер 125х75х25 | шт | 1 |

# Электронные компоненты и модули МКА для сборки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Тех. описание позиции | Ед. измерения | Кол-во |
| Набор компонент конструктора спутника "Орбикрафт" | Компоненты конструктора: Вычислитель;  Система электропитания; Набор датчиков;  Фото-камера; Маховик. www.sputnix.ru или аналог | набор | 1 |
| Система энергопитания из набора компонент "Орбикрафт" | из набора компонент конструктора спутника "ОрбиКрафт" | шт | 1 |
| Набор компонент "Arduino - Shield Орбикрафт" для работы с микроконтроллером Ардуино | Шилды для подключения Arduino к OrbiCraft, макетки для шилдов, Arduino Mega 2560 или аналог | набор | 1 |
| Аккумуляторы 18650 Li-ion 3500 мА·ч | Тип аккумулятор Типоразмер 18650 Технология Li-Ion Емкость 3500 мА·ч Рабочее напряжение 3.7 В | шт | 4 |
| Солнечные батареи | 60х110 мм, 6 Вольт, 1 Ватт | шт | 4 |
| 4-канальный релейный модуль (5В, управление низким уровнем) | Ток обмотки: 80 мА Максимальное коммутируемое напряжение: 30 В постоянного тока; 250 В переменного тока Максимальный коммутируемый ток: 5 А (NO), 3 А (NC) Рекомендованная частота переключения: до 1 Гц Время жизни: не менее 50 000 переключений Габариты: 69×53×18 мм | шт | 1 |
| Mini360 модуль преобразователя напряжения | на базе SG125-SZ (от 4.75-23 В до 1-17 В) | RC-1012  Входное напряжение: от 4.75 до 23 В  Выходное напряжения: от 1 до 17 В | шт | 1 |
| Макетная плата | Breadboard панель типа MB-102 или аналог Общее количество контактов: 830 точек Количество контактов питания: 200 точек Количество контактов для монтажа: 630 точек Диаметр контакта: 0,8 мм Шаг точек: 2,54 мм, Размер: 165х55х10 мм | шт | 1 |
| Набор соединительных проводов с разъемами для макетной платы, типа male-male 63шт | Jumper Wire 125mm (50pcs pack), Набор проводов соединительных (M-M) 50 штук  или аналог | набор | 1 |
| Набор соединительных проводов с разъемами для макетной платы, типа male-famale | Jumper Wire 125mm (50pcs pack), Набор проводов соединительных (M-F) 50 штук  или аналог | набор | 1 |
| Power Bank для Arduino | с аккумулятором Рабочее напряжение: 5 В Ёмкость: 2000 мА·ч Максимальная сила тока: 900 мА | шт | 1 |
| Провод micro USB | Тип: USB A — Micro-USB; Длина: 80 см. | шт | 1 |
| Диод | КД 522 или аналог Максимальное постоянное обратное напряжение, В 30 Максимальное импульсное обратное напряжение, В 40 Максимальный прямой(выпрямленный за полупериод) ток,А 0.1 Максимальный обратный ток,мкА 25гр 5 Максимальное прямое напряжение,В 1.1 при Iпр.,А 0.1 | шт | 4 |
| Нить нихромовая Х20Н80 (0.2-0,4 мм) | диаметр нити 0,4 мм | м | 1 |
| Шаговый двигатель | 36HT20-0504MA или аналог Шаг: 0,9°±5% (400 на оборот) Номинальное напряжение питания: 6,5 В Номинальный ток фазы: 500 мА Крутящий момент (holding torque): не менее 0,95 кг×см Крутящий момент покоя (detent torque): 0,05 кг×см Максимальная скорость старта: 1500 шагов/сек Диаметр вала: 5 мм Длина вала: 20 мм Габариты корпуса: 51×36×20 мм Вес: 0,16 кг | шт | 2 |
| Мотор-Shield | плата расширения для Arduino на базе чипа L298P, которая позволяет управлять моторами с напряжением 5–24 В в режиме раздельного питания и 7–12 В в режиме объединённого питания.2 канала, 2 Ампера  или аналог | шт | 2 |
| Драйвер шагового двигателя | (Troyka-модуль) на микросхеме L293D  Напряжение питания двигателя: 4,5–25 В Пиковое напряжение на контактах Vin: 35 В Напряжение питания логической части: 3,3–5 В Длительно допустимый ток: до 600 мА Пиковый ток: 1200 мА Габариты: 50,8×25,4 мм | шт | 2 |
| Модуль Беспроводной приёмник на 433 МГц | Напряжение питания: 5 В Несущая частота: 433 МГц Максимальная пропускная способность: 5 кб/сек Потребляемый ток: 4,5 мА Чувствительность: −106…-110 дБм Диапазон рабочих температур: −20…+80 °C | шт | 1 |
| Модуль Драйвер шагового двигателя (Troyka-модуль) (на микросхеме ULN 2003, 2PH64011A) | Напряжение питания двигателя: 4,5–25 В Пиковое напряжение на контактах Vin: 35 В Напряжение питания логической части: 3,3–5 В Длительно допустимый ток: до 600 мА Пиковый ток: 1200 мА Габариты: 50,8×25,4 мм | шт | 2 |

# Набор письменных принадлежностей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Тех. описание позиции | Ед. измерения |
| Блокнот для записей, 25 листов, на пружине | Критические характеристики отсутствуют | шт |
| Карандаш с ластиком | Критические характеристики отсутствуют | упаковка |
| Набор письменных принадлежностей настольный | В наборе: скобы для степлера, ластик, скрепки канцелярские, линейка, карандаш, ножницы, нож канцелярский, ручка, бумага для заметок, точилка Количество предметов: 14 пр. Материал: металл, пластик | комплект |

# Пайка печатной платы стабилизатора напряжения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры платы: | | | |
| Vin | = | 16,80 | V |
| Vout | = | 8,90 | V |
| Vref | = | 1,25 | V |
| Iadj | = | 0,00005 | A |
| Iout | = | 1,5 | A |
| Rr | = | 240 | Ω |
| Rp | = | 1 550 | Ω |
|  |  |  |  |
| Токоограничители: | | | |
| R3 | = | 1480 | Ω |
| R4 | = | 690 | Ω |
|  |  |  |  |
| Нихромовая нить:  Марка Х20Н80 | | | |
| Ø | = | 0,4 | mm |
| S | = | 0,1256 | mm2 |
| P | = | 13,35 | W |
| R | = | 5,9 | Ω |
| L | = | 660 | mm |
|  |  |  |  |
| Радиатор: | | | |
| T | = | 50 | °C |
| Rt | = | 0,08 | К·cm2/W |
| ΔV | = | 7,9 | V |
| P | = | 11,85 | W |
| Q1 | = | 4,1 | °C/W |
| Q1 | = | 4,2 | °C/W |
| S1 | = | 145 | cm2 |
| S2 | = | 140 | cm2 |

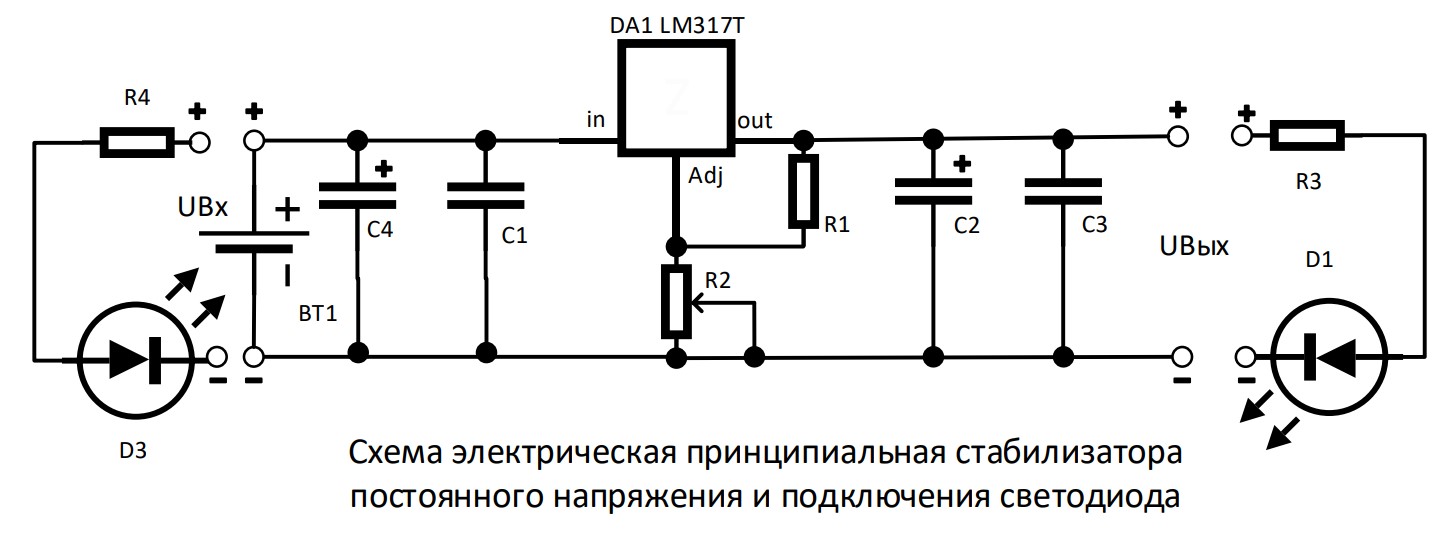
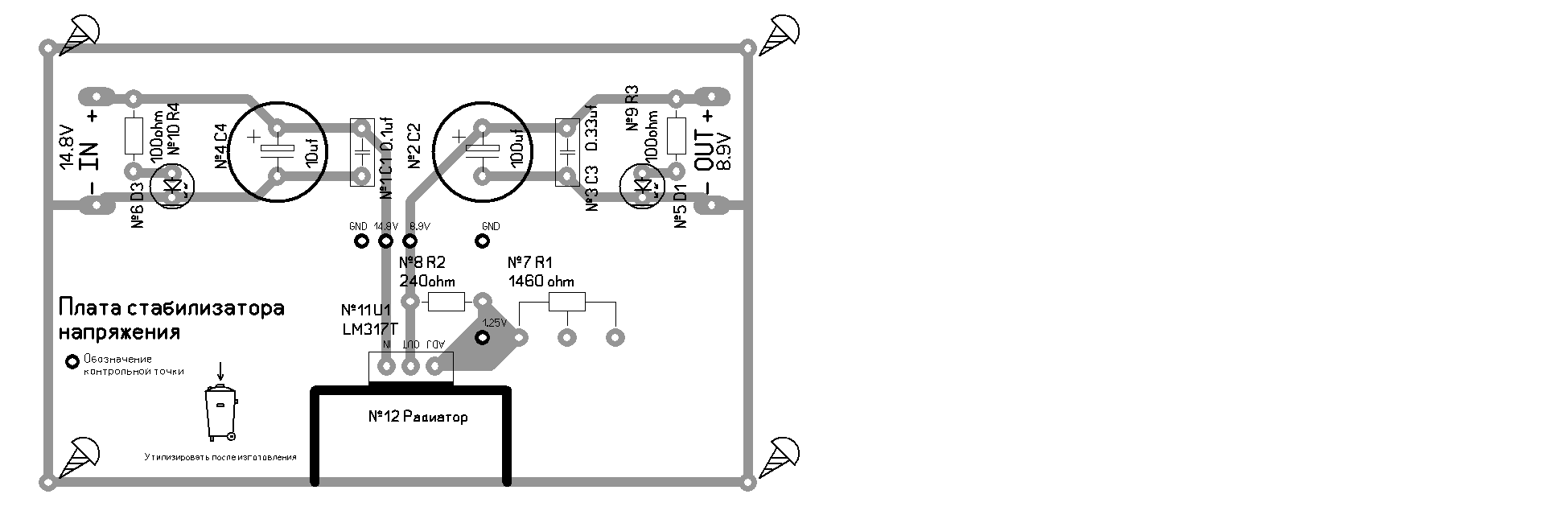
 

Схема электрическая принципиальная стабилизатора постоянного напряжения и подключения светодиодов

## Список электронных компонентов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 C1 0.1uf | 4 C4 10uf | 7 R1 1450ohm | 10 R4 100ohm |
| 2 C2 100uf | 5 D1 | 8 R2 240ohm | 11 U1 LM317T |
| 3 C3 0.33uf | 6 D3 | 9 R3 100ohm |  |

# Таблица шлейфов



Маркировка каждого жгута проводов согласно составленной конкурсантами блок-схеме и данным из таблицы длин шлейфов. Маркировка производится нанесением перманентным маркером или шариковой ручкой черного или синего цвета на изоляционную ленту светлого оттенка, цифрами, где через дефис указывается номер жгута и длина его в мм (Пример: 1 – 195). Изоляционная лента используется светлого оттенка (белого или желтого цвета). Ее необходимо обернуть вокруг шлейфа несколько раз посередине жгута с последующей маркировкой.



Контрольные операции:

☐ Фото контактов до момента термоусадки

☐ Фото кабеля с усаженной термоусадкой

☐ Фотофиксация работоспособности кабелей с помощью тестера шлейфов

☐ Пайка, лужение

☐ Отсутствие повреждений изоляции и разъемов, термоусадочной трубки, допуск по изоляции 2 мм

☐ Наличие термоусадки, жгутовки и маркировки на каждом отдельном проводе в жгуте проводов

# Полная электрическая схема всех систем и устройств МКА



# Перечень контрольных операций

• Входной контроль

• Промежуточный контроль

### Входной контроль

Выполняется перед работой в чистой комнате и после получения изготовленных экспертами деталей

1. Визуальный осмотр деталей и компонентов на наличие физических повреждений

2. Визуальный контроль геометрии деталей и компонентов

3. Контроль соответствия материала заданному при изготовлении

4. Контроль габаритных размеров

5. Контроль присоединительных размеров

6. Контроль расположения отверстий и присоединительных элементов

7. Контроль размеров отверстий и присоединительных элементов

8. Контроль массовых характеристик (взвешивание)

### Промежуточный контроль

1. Визуальный осмотр деталей и компонентов на наличие физических повреждений

2. Визуальный контроль правильности установки присоединительных элементов

3. Контроль габаритных размеров

4. Контроль присоединительных размеров

5. Контроль расположения отверстий и присоединительных элементов

6. Контроль соответствия последовательности выполнения резьбовых соединений

7. Контроль прочности резьбовых соединений

8. Контроль прочности клеевых соединений

9. Контроль правильности выполнения контровки

# Времянные затраты

|  |  |
| --- | --- |
| Технологическая операция № | Затраченное врем в минутах |
| 1 | 5 |
| 2 | 15 |
| 3 | 5 |
| 4 | 15 |
| 5 | 15 |
| 6 | 5 |
| Общее время на сборку МКА | 60 |

# Алгоритм сборки (техпроцесс) с использованием параллельных операций



## Блок-схема алгоритма сборки с разделением трудовых процессов на многопоточность

