



СКВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

«たわごと»

Выполнила команда №7

Разработчики:

Краснов Александр - Радиоинженер

Казаков Даниил - Программист

Толкачев Федор – Конструктор

Версия 1.5

05.03.2022

Оглавление

Глоссарий.....	3
Конструктивные особенности	4
Рекомендации к сборке.....	4
Карта эскизов.....	4
Система расчистки	5
Кинематическая схема системы раскрытия и управления поворотом солнечных батарей (БС)	5
Кинематическая схема системы раскрытия и управления поворотом рефлектора	5
Чертеж и спецификация.....	6
Таблица масс устанавливаемых модулей МКА.....	8
Логика функционирования (логические и алгоритмические блок-схемы).....	9
Используемые материалы.....	10
Крепеж.....	10
Средства индивидуальной защиты	10
Технологические машины для изготовления	11
Оборудование для сборки МКА	12
Оборудование для испытаний МКА.....	12
Инструменты для сборки МКА.....	12
Электронные компоненты и модули МКА для сборки	13
Набор письменных принадлежностей.....	15
Пайка печатной платы стабилизатора напряжения.....	15
Список электронных компонентов	15
Таблица шлейфов	16
Полная электрическая схема всех систем и устройств МКА	17
Перечень контрольных операций.....	18
Входной контроль	18
Промежуточный контроль.....	18
Временные затраты.....	18
Алгоритм сборки (техпроцесс) с использованием параллельных операций	19
Блок-схема алгоритма сборки с разделением трудовых процессов на многопоточность	20

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист 2 из 20
		Толкачев		04.03.21		
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

Глоссарий

МКА - Малый космический аппарат

Контрольные операции – технологические операции, выполняющиеся перед началом работ и после их выполнения для контроля проделанной работ и подготовки к ней

WorldSkills - формат международных конкурсов профессионального мастерства

Техкарта – технологическая карта

«ОрбиКрафт» - конструктор из модулей которого собирается МКА

Arduino – плата с микроконтроллером

Полунатурные испытания – воссоздание условий работы МКА в космическом пространстве на конкурсной площадке

СЭП - Система энергопитания

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

УДМ - Управляющий 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

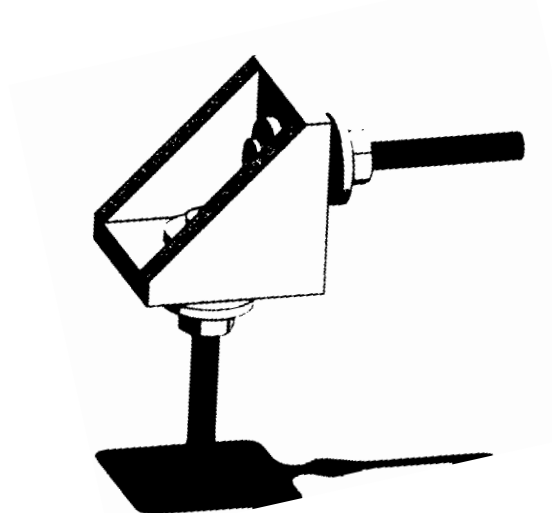
ПО - программное обеспечение

ПК - персональный компьютер

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист
		Толкачев		04.03.21		3 из 20
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

Конструктивные особенности

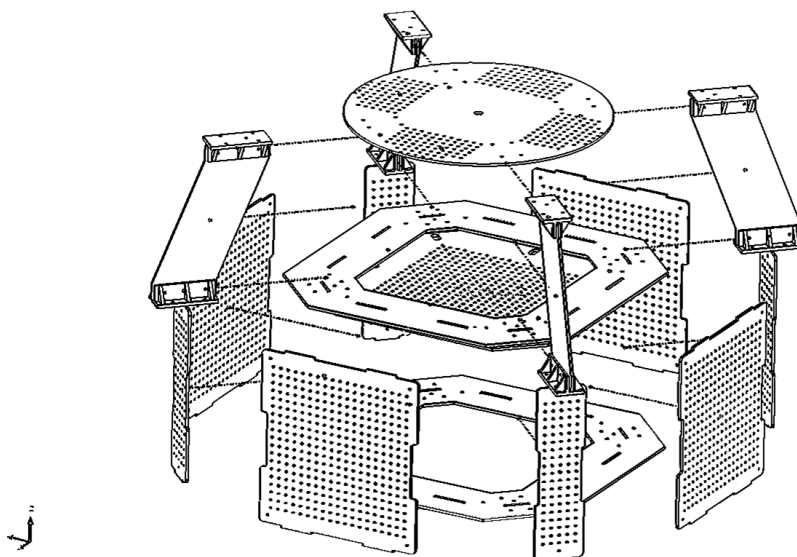
- Уголки крепятся перед креплением стенок



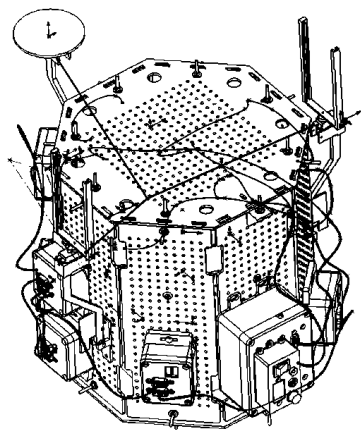
Рекомендации к сборке

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

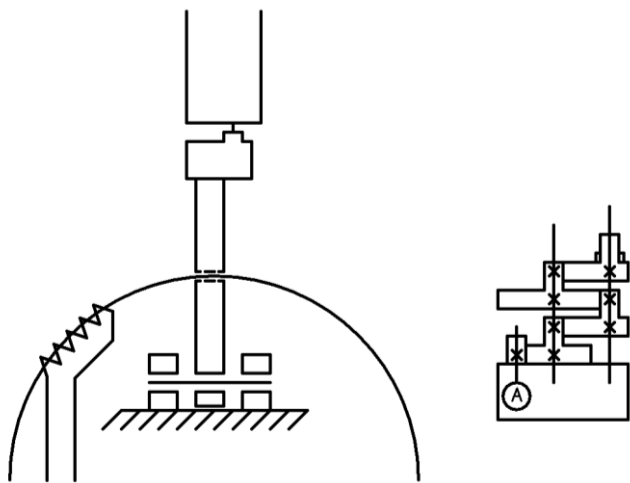
Карта эскизов



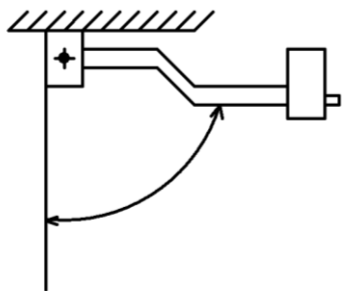
		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист 4 из 20
		Толкачев		04.03.21		
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		



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



Кинематическая схема системы раскрытия рефлектора

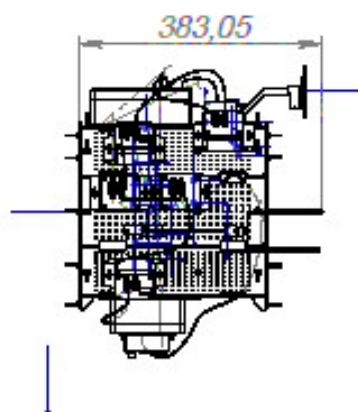
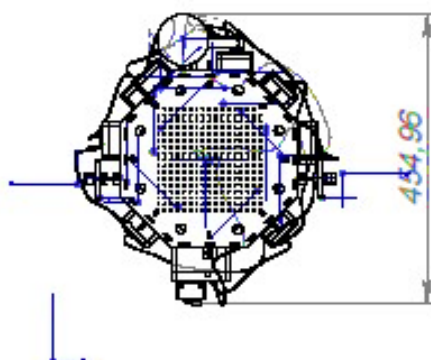
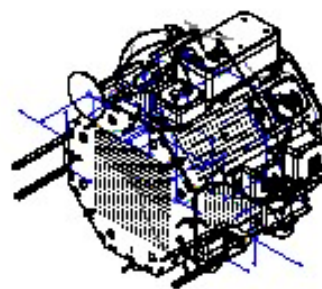
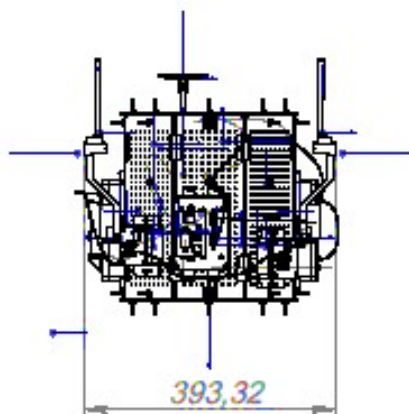


		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист 5 из 20
		Толкачев		04.03.21		
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

СБ

Перв. примен.

Стрел. №



Подп. и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Име. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Команда 2		
Пров.				
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

МК-2

Лит.	Масса	Масштаб
	5427.98	1:10
Лист 2	Листов 3	

Файл: Сборка5

1 Копировал

Формат А4

№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист 7 из 20
		Краснов		04.03.21		
		Толкачев		04.03.21		

ПОЗИЦИЯ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	ОПИСАНИЕ	К-ВО
1	готовая стена		8
2	Бортовой компьютер управления WS16		1
3	ВЧ передатчик WS16		1
4	ДУС WS16		1
5	Имитатор солнечной батареи WS16		1
6	Камера WS16		1
7	Магнитометр WS16		1
8	Маховик WS16		1
9	Система энергоснабжения WS16		1
10	УКВ бортовой WS16		1
11	Деталь 6^Сборка 5		1
12	Солнечный датчик WS16		4
13	Пол с отверстием 2		1
14	пол		1
15	Подложка ардуино		1
16	Подложка реле		1
17	Полка		1
18	Система раскр		3
19	SG90 servo.stp	PART-SG90 servo-DESC	2
20	рефлектор		1
21	панель панели		2
22	Стабил		1
23	обтек 1		1
24	обтек 2		1

СБ

В

В

Лера. примен.

Справа. №

Таблица масс устанавливаемых модулей МКА

Укв-Передатчик 90 г.	Сзп 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.

А

СБ

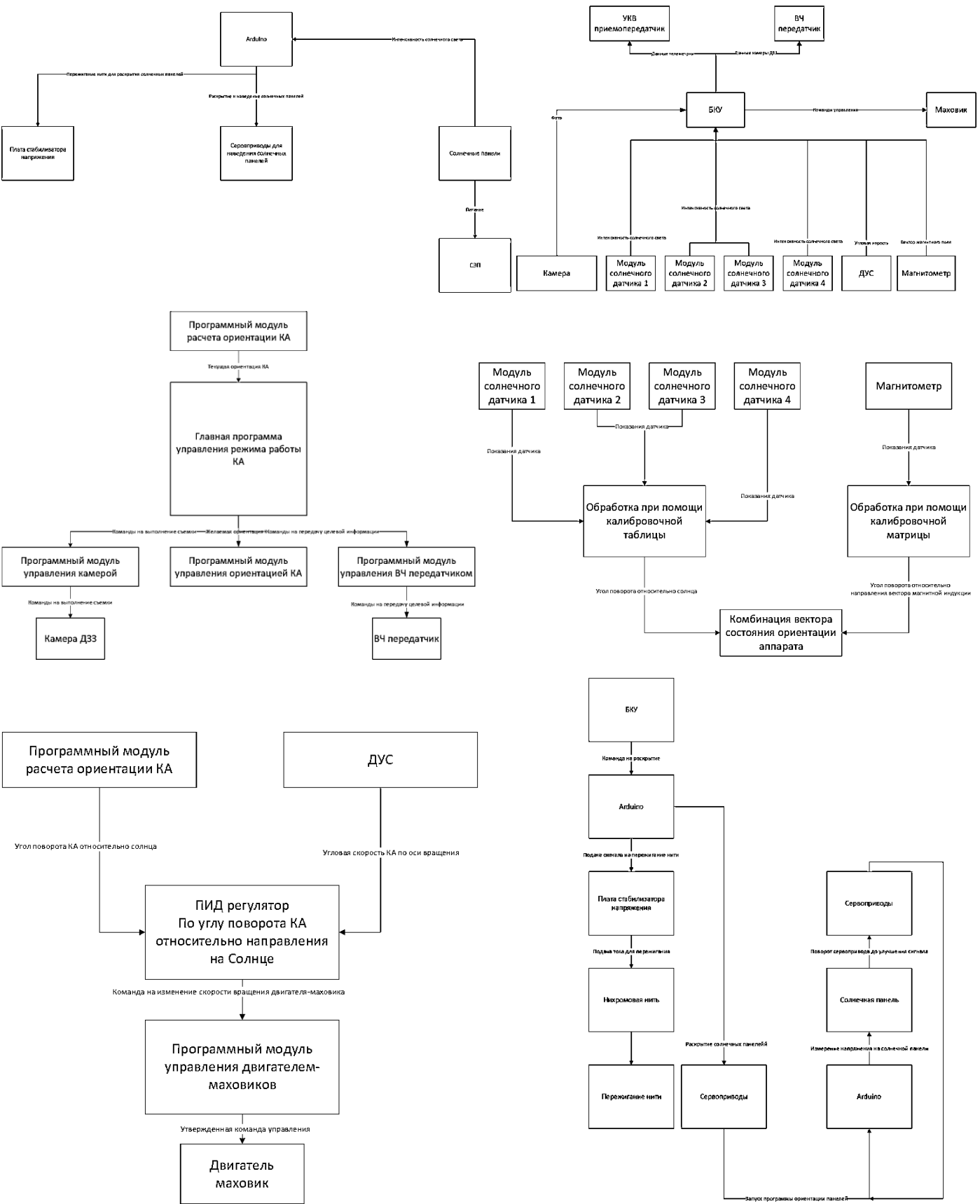
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.					
Пров.					
Т. контр.					
Н. контр.					
Утв.					

Лит.	Масса	Масштаб
		1:10
Лист 3	Листов 3	

Файл Сборка 5

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист 8 из 20
		Толкачев		04.03.21		
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

Логика функционирования (логические и алгоритмические блок-схемы)



Используемые материалы

Наименование	Тех. описание позиции	Ед. измерения	Кол-во
Акриловое стекло	3 мм	лист 1,52X152	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) 25X30 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

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист
		Толкачев		04.03.21		10 из 20
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

Технологические машины для изготовления

Наименование	Тех. описание позиции
Станок лазерной резки	<p>Тип излучателя Отпаянный CO2 лазер</p> <p>Тип охлаждения излучателя Воздушное</p> <p>Производитель излучателя Synrad 48-series, США, Synrad FireStar, США или аналог</p> <p>Рабочая область 458 x 309мм</p> <p>Максимальный размер загружаемого материала 505 x 309 x 170мм</p> <p>Габариты станка (без упаковки) 0,72 x 0,64 x 0,38м</p> <p>Вес станка (без упаковки) 44кг</p> <p>Макс. скорость двигателей 1 м/с</p>
Станок фрезерный	<p>в комплектации:</p> <p>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)</p> <p>Рабочая область: 500 x 400 x 155 мм;</p> <p>Мощность шпинделя: 400 Вт;</p> <p>Частота вращения: 400 - 12.000 об/мин;</p> <p>Встроенный датчик Z0;</p> <p>Возможность установки поворотной оси для 4D фрезеровки;</p> <p>Возможность установки автоматической смены инструмента;</p> <p>Программа Roland SRP Player для механообработки в комплекте;</p> <p>Станок поддерживает работу с промышленными G-кодами.</p>
Принтер для 3D печати	<p>Кол-во головок: 1 (возможность апгрейда до 2х)</p> <p>Область печати: 200x200x210 мм</p> <p>Расходники: ABS, PLA, PVA - 1.75 мм</p> <p>Толщина слоя: 50 микрон</p> <p>Скорость перемещения ПГ: 150 мм/сек</p> <p>Скорость: 30 см³/час</p> <p>Подогреваемая платформа: да</p> <p>Поддерживаемая ОС: Win</p> <p>Программное обеспечение: Polygon</p> <p>Формат файлов: .STL .OBJ .thing</p> <p>Энергопотребление: 220 В, 50-60 Гц, 300 Вт</p> <p>Вес, кг: 10</p> <p>Габариты, см: 365×386×452 мм</p>

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист
		Толкачев		04.03.21		11 из 20
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

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 1500X1500 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. SL25x75, 4x100, 6,5x125, PH0x60, PH1x80, PH2x100, PZ1x80, PZ2x100 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 аккумуляторный	Li-Ion 14,4 -18 В, 2 Ач	шт	1
Плоскогубцы	комбинированные, пластиковая ручка, 180 мм	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 125x75x25	шт	1

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист
		Толкачев		04.03.21		12 из 20
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

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 аккумулятора Типоразмер 18650 Технология Li-Ion Емкость 3500 мА·ч Рабочее напряжение 3.7 В	шт	4
Солнечные батареи	60x110 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: 165x55x10 мм	шт	1
Набор соединительных проводов с разъемами для макетной платы, типа male-male 63шт	Jumper Wire 125mm (50pcs pack), Набор проводов соединительных (М-М) 50 штук или аналог	набор	1
Набор соединительных проводов с разъемами для макетной платы, типа male-female	Jumper Wire 125mm (50pcs pack), Набор проводов соединительных (М-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

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист
		Толкачев		04.03.21		13 из 20
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

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	36НТ20-0504МА 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 L298Р, 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	(Тройка-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 °С	шт	1
Модуль Драйвер шагового двигателя (Тройка-модуль) (на микросхеме ULN 2003, 2РН64011А)	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

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист
		Толкачев		04.03.21		14 из 20
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

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

Схема электрическая принципиальная стабилизатора постоянного напряжения и подключения светодиодов

Параметры платы:

$V_{in} = 16,80 \text{ V}$
 $V_{out} = 8,90 \text{ V}$
 $V_{ref} = 1,25 \text{ V}$
 $I_{adj} = 0,00005 \text{ A}$
 $I_{out} = 1,5 \text{ A}$
 $R_r = 240 \text{ }\Omega$
 $R_p = 1\,550 \text{ }\Omega$

Токоограничители:

$R_3 = 1480 \text{ }\Omega$
 $R_4 = 690 \text{ }\Omega$

Нихромовая нить:

Марка X20H80
 $\varnothing = 0,4 \text{ mm}$
 $S = 0,1256 \text{ mm}^2$
 $P = 13,35 \text{ W}$
 $R = 5,9 \text{ }\Omega$
 $L = 660 \text{ mm}$

Радиатор:

$T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$
 $R_t = 0,08 \text{ K}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$
 $\Delta V = 7,9 \text{ V}$
 $P = 11,85 \text{ W}$
 $Q_1 = 4,1 \text{ }^\circ\text{C/W}$
 $Q_1 = 4,2 \text{ }^\circ\text{C/W}$
 $S_1 = 145 \text{ cm}^2$
 $S_2 = 140 \text{ cm}^2$

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			

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист
		Толкачев		04.03.21		15 из 20
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

Таблица шлейфов

№	Наименование блоков	Длина в мм	Длина с допуском 40, мм	Маркировка
<input type="checkbox"/> 1	Камера-БКУ	160	200	<input type="checkbox"/> 1-200
<input type="checkbox"/> 2	СЭП-БКУ	370	410	<input type="checkbox"/> 2-410
<input type="checkbox"/> 3	БКУ-Маховик	396	436	<input type="checkbox"/> 3-436
<input type="checkbox"/> 4	Маховик-ВЧ Передатчик	266	306	<input type="checkbox"/> 4-306
<input type="checkbox"/> 5	ВЧ Передатчик-Солнечный датчик 1	196	236	<input type="checkbox"/> 5-236
<input type="checkbox"/> 6	Солнечный датчик 1-Солнечный датчик 2	281	321	<input type="checkbox"/> 6-321
<input type="checkbox"/> 7	Солнечный датчик 2-Магнитометр	234	274	<input type="checkbox"/> 7-274
<input type="checkbox"/> 8	Магнитометр-ДУС	259	299	<input type="checkbox"/> 8-299
<input type="checkbox"/> 9	ДУС-УКВ Передатчик	122	162	<input type="checkbox"/> 9-162
<input type="checkbox"/> 10	УКВ Передатчик-Солнечная батарея	150	190	<input type="checkbox"/> 10-190
<input type="checkbox"/> 11	Солнечная батарея-Солнечный датчик 3	210	250	<input type="checkbox"/> 11-250
<input type="checkbox"/> 12	Солнечный датчик 3-Солнечный датчик 4	320	360	<input type="checkbox"/> 12-360
<input type="checkbox"/> 13	Солнечный датчик 4-Arduino	150	190	<input type="checkbox"/> 13-190
<input type="checkbox"/> 14	Arduino-Радиомодуль 433 отправляющий	43	83	<input type="checkbox"/> 14-83
<input type="checkbox"/> 15	Arduino-Радиомодуль 433 принимающий	43	83	<input type="checkbox"/> 15-83
<input type="checkbox"/> 16	Arduino-Солнечная панель 1	573	613	<input type="checkbox"/> 16-613
<input type="checkbox"/> 17	Arduino-Солнечная панель 2	573	613	<input type="checkbox"/> 17-613
<input type="checkbox"/> 18	Arduino-Сервопривод 1	573	613	<input type="checkbox"/> 18-613
<input type="checkbox"/> 19	Arduino-Сервопривод 2	573	613	<input type="checkbox"/> 19-613
<input type="checkbox"/> 20	Arduino-Драйвер шагового двигателя	43	83	<input type="checkbox"/> 20-83
<input type="checkbox"/> 21	Драйвер шагового двигателя-Шаговый дви	208	248	<input type="checkbox"/> 21-248
<input type="checkbox"/> 22	СЭП-Резервный СЭП	630	670	<input type="checkbox"/> 22-670
<input type="checkbox"/> 23	Резервный СЭП-Реле	215	255	<input type="checkbox"/> 23-255
<input type="checkbox"/> 24	Arduino-Реле	373	413	<input type="checkbox"/> 24-413
<input type="checkbox"/> 25	Реле-Плата стабилизатора	75	115	<input type="checkbox"/> 25-115
<input type="checkbox"/> 26	Плата стабилизатора-Нихромовая нить	230	270	<input type="checkbox"/> 26-270

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:

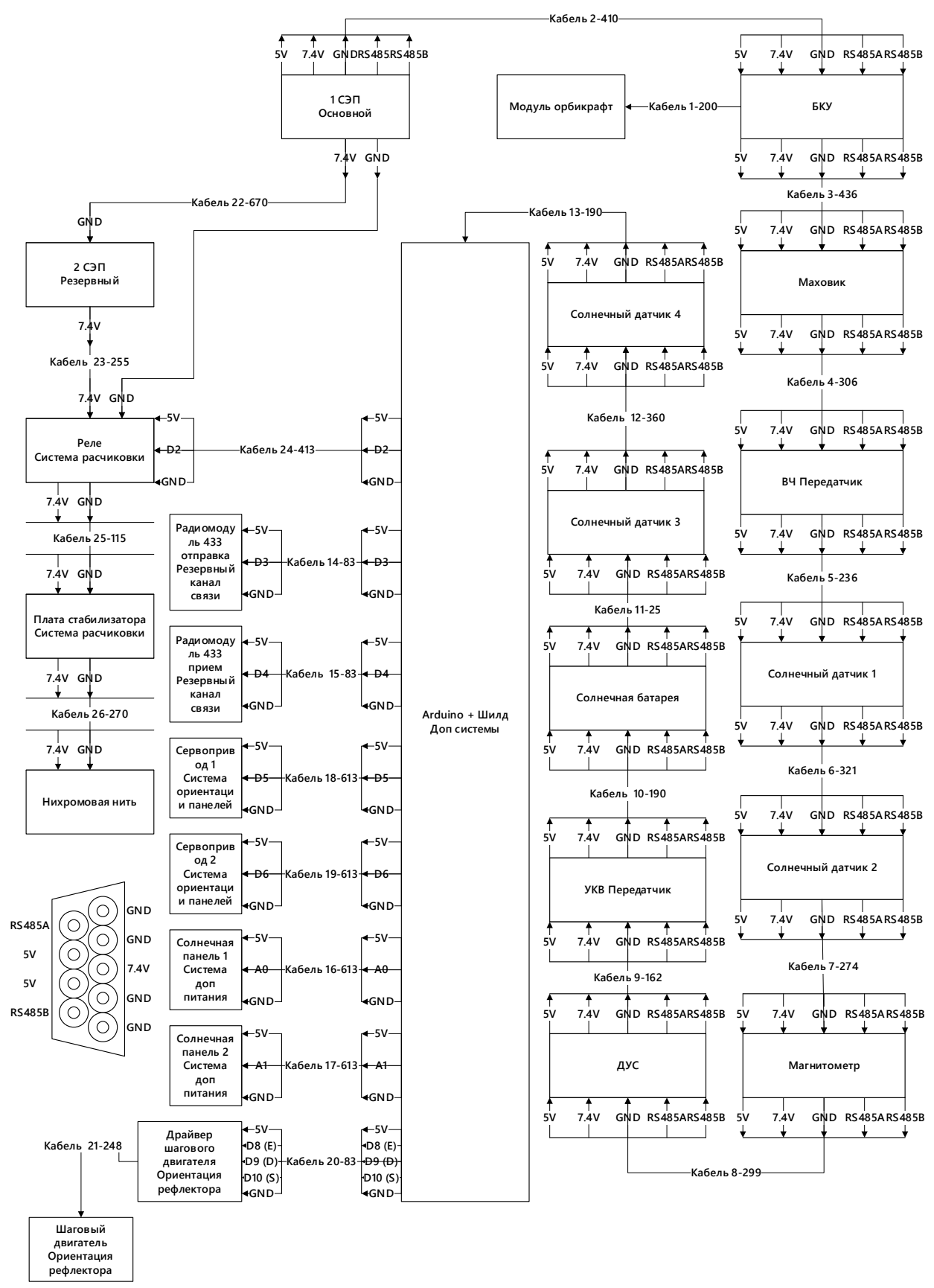
- ☐ Фото контактов до момента термоусадки
- ☐ Фото кабеля с усаженной термоусадкой
- ☐ Фотофиксация работоспособности кабелей с помощью тестера шлейфов
- ☐ Пайка, лужение
- ☐ Отсутствие повреждений изоляции и разъемов, термоусадочной трубки, допуск по изоляции 2 мм
- ☐ Наличие термоусадки, жгутовки и маркировки на каждом отдельном проводе в жгуте проводов

Распиновка Arduino:

- ☐ D2 Реле
- ☐ D3 Радиомодуль отправка
- ☐ D4 Радиомодуль прием
- ☐ D5 Сервопривод 1
- ☐ D6 Сервопривод 2
- ☐ D7
- ☐ D8 Е Драйвер шаговик
- ☐ D9 D Драйвер шаговик
- ☐ D10 S Драйвер шаговик
- ☐ D13
- ☐ A0 Солнечная панель 1
- ☐ A1 Солнечная панель 2

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист
		Толкачев		04.03.21		16 из 20
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

Полная электрическая схема всех систем и устройств МКА



		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист 17 из 20
		Толкачев		04.03.21		
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

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

Временные затраты

Технологическая операция №

1

2

3

4

5

6

Общее время на сборку МКА

Затраченное время в минутах

5

15

5

15

15

5

60

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист
		Толкачев		04.03.21		18 из 20
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

Алгоритм сборки (техпроцесс) с использованием параллельных операций

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ 1

- Промежуточный входной контроль
- Сборщик 1: Прикрепить на крепёжные места к деталям «стена» уголки по системе «болт шайба шайба гайка»
- Сборщик 2: Прикрепить на крепёжные места к детали «палуба» уголки по системе «болт шайба шайба гайка»
- Контрольные операции

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ 2

- Промежуточный входной контроль
- Сборщик 1: Прикрепить детали «стена» на крепёжные места к детали «пол с отверстием» по системе «болт шайба шайба гайка»
- Сборщик 2: Прикрепить на крепёжные места к детали «пол» детали «стена» по системе «болт шайба шайба гайка»
- Контрольные операции

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ 3

- Промежуточный входной контроль
- Сборщик 1: Прикрепить деталь «палуба» на крепёжные места на детали «стена» по системе «болт шайба шайба гайка»
- Сборщик 2: Прикрепить на деталь «палуба» модуль «Маховик» по системе «болт шайба шайба гайка»
- Контрольные операции

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ 4

- Промежуточный входной контроль
- Сборщик 1: Прикрепить модули «солнечная панель 4шт» по углам спутника по 45 градусов относительно осей с каждой стороны по системе «болт шайба шайба гайка»
- Сборщик 2: Прикрепить модули «Дус» «ВЧ передатчик» «Магнитометр» на «стена» по системе «болт шайба шайба гайка»
- Контрольные операции

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ 5

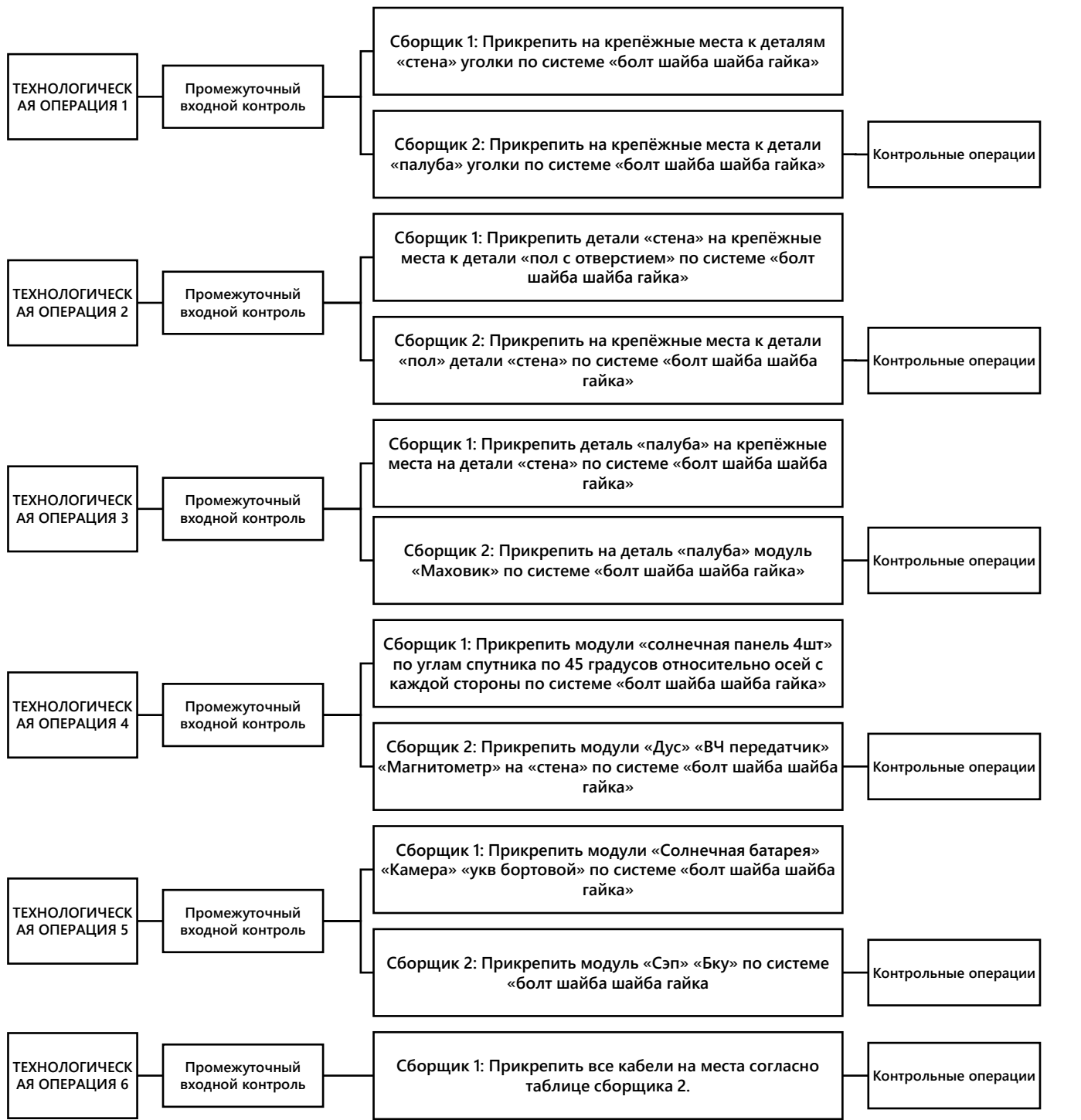
- Промежуточный входной контроль
- Сборщик 1: Прикрепить модули «Солнечная батарея» «Камера» «укв бортовой» по системе «болт шайба шайба гайка»
- Сборщик 2: Прикрепить модуль «Сэп» «Бку» по системе «болт шайба шайба гайка»
- Контрольные операции

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ 6

- Промежуточный входной контроль
- Сборщик 1: Прикрепить все кабели на места согласно таблице сборщика 2.
- Контрольные операции »

		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист 19 из 20
		Толкачев		04.03.21		
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		

Блок-схема алгоритма сборки с разделением трудовых процессов на
многопоточность



		Краснов		04.03.21	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «たわごと»	Лист
		Толкачев		04.03.21		20 из 20
№	Изм.	Разраб.	Подп.	Дата		