

МК  А. А. Макаров

Конкурсное задание



Компетенция

Инженерия космических систем

Space systems engineering

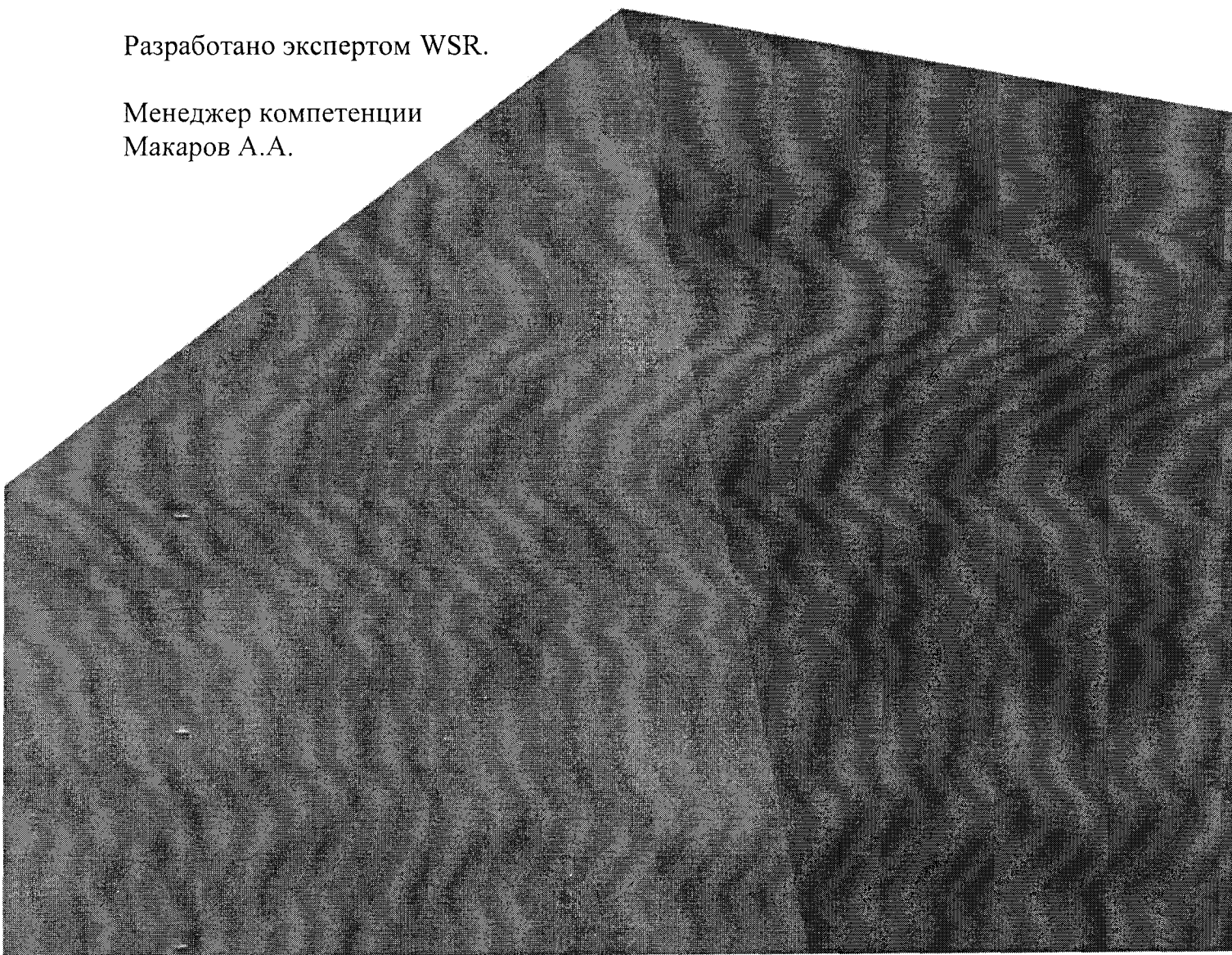
Конкурсное задание включает в себя следующие разделы:

1. Формы участия в конкурсе
2. Задание для конкурса
3. Модули задания и необходимое время
4. Критерии оценки
5. Необходимые приложения

Количество часов на выполнение задания: 22ч.

Разработано экспертом WSR.

Менеджер компетенции
Макаров А.А.



1. ФОРМЫ УЧАСТИЯ В КОНКУРСЕ

Командный конкурс – 3 человека в команде. Не запрещается конкурсантам одной команды работать вместе над выполнением всего конкурсного задания. Общение между командами на конкурсной площадке не допускается.

2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ КОНКУРСА

Общие требования:

Участникам предлагается выполнить конкурсное задание - разработать проект малого космического аппарата - искусственного спутника, способного выполнять различные целевые задачи. В процессе проведения соревнования конкурсантам необходимо выполнить 3D-модель, изготовить корпус (опционально - его составляющие) и разработать часть электронного оборудования, осуществить сборку функционального макета и провести основные полунатурные испытания, выполнив инженерные расчеты и провести имитационное моделирование КА.

Также они выполняют программирование бортового компьютера для обеспечения целевой задачи. В ходе соревнований конкурсанты осуществляют разработку и сборку электронных устройств, трассировку плат, пайку, выполняются работы на станке лазерной резки и печать на 3D принтере.

Уже спроектированная модель спутника собирается командой в условно чистой комнате с соблюдением правил работы и нахождения в ней, используя детали, системы, устройства, элементы крепления, изготовленные собственными силами, а также стандартные компоненты, примером которых могут служить компоненты, входящие в состав набора конструктора спутника «ОрбиКрафт». Описание стандартного набора компонент «ОрбиКрафт», из которых собирается спутник, представлено здесь: <http://orbicraft.sputnix.ru/doku.php>

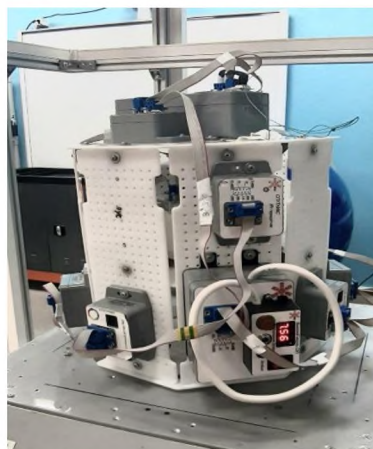


Рис. 1. Общий вид собранного конструктора «ОрбиКрафт»



Рис. 2. Общий вид набора конструктора «Орбикрафт»

Далее в описании по умолчанию подразумевается наличие набора конструктора спутника «ОрбиКрафт».

Собранный аппарат должен пройти испытания на специальном стенде полунатурного моделирования и подтвердить свою работоспособность. Возможное описание стенда, в составе которого должны быть проведены испытания макета, приводится здесь: <http://sputnix.ru>.



Рис. 3. Имитатор магнитного поля Земли с аэродинамическим подвесом и ПУИТ



Рис. 4. Магнитная рамка (имитатор магнитного поля Земли) с подвесом, имитатор Земли, имитатор Солнца

В итоге созданная участниками соревнований инженерная модель космического аппарата должна быть максимально приближена к реально запускаемым на орбиту моделям, пройти наземные испытания.

Конкурсантам необходимо обеспечить получение на компьютере, на котором установлена программа GroundControl_X, являющейся имитатором программы Центра управления полетами (ЦУП), определенного количества качественных изображений в заданной программной ориентации. При этом МКА должен быть стабилизирован и камера ДЗЗ, установленная на спутнике должна быть ориентирована на имитатор Земли по заданным в КЗ углам относительно солнечного света (имитатор Солнца) и (или) магнитного поля Земли (магнитная рамка). Работу модели космического аппарата необходимо продемонстрировать в полной циклограмме работы МКА.

Оценка производится членами жюри – экспертами на конкурсной площадке, допущенными к оценке, как в отношении выполнения задания в модуле, так и в отношении процесса выполнения конкурсной работы. Если участник конкурса не выполняет требования техники безопасности, подвергает опасности себя или других конкурсантов, такой участник может быть отстранен от конкурса.

Конкурсное задание должно выполняться по модулям. Оценка также происходит по результатам выполнения модуля.

3. МОДУЛИ ЗАДАНИЯ И НЕОБХОДИМОЕ ВРЕМЯ

Модули и время сведены в таблице 1

Таблица 1.

№ п/п	Наименование модуля	Рабочее время	Время на задание
1	Модуль 1. 3D-проектирование компоновки МКА.		
	Модуль 2. Разработка технологической карты сборки функциональной модели космического аппарата. Расчет и проектирование отдельных систем МКА.	C1 9.00-13.00 C1 14.00-18.00	4 часа 4 часа

	Модуль 3. Проверка и программирование датчиков, систем МКА, целевой аппаратуры. Автономные испытания датчиков и систем спутника		
2	Модуль 4. Разработка и отладка программного кода полной циклограммы работы МКА. Изготовление, сборка, проверка работоспособности систем МКА. Модуль 5. Сборка спутника	C2 9.00-13.00 C2 14.00-18.00	4 часа 4 часа
3	Модуль 6. Полунатурные испытания МКА. Модуль 7. Решение целевой задачи.	C3 9.00-13.00 C3 14.00-15.00	4 часа 1 часа
	Модуль 8. Бережливое производство. Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места	C3 15.00-16.00	1 час

Непосредственно перед выполнением конкурсного задания необходимо включить программу записи экрана компьютера (например: OBS). Далее следует выполнить планирование всех производимых видов работ, расчетов, вычислений полным составом команды. Команда должна продумать общую концепцию работы, примерное время на выполнение модуля, определить ответственного за его выполнение, распределить обязанности и роли по трудовым функциям внутри группы и по конкурсным дням, о чем сделать соответствующие записи в Приложении итогового отчета:

- Конструктор - проектировщик (выполняет трудовые функции **конструктора-проектировщика**)
- Радиоэлектронщик - схемотехник (выполняет трудовые функции **радиоинженера**)
- Системный программист (выполняет трудовые функции **программиста, системного программиста**)
- Слесарь-сборщик МКА (выполняет трудовые функции **техника, слесаря-сборщика**)

Необходимая информация, документация и программы, необходимые для выполнения конкурсного задания находятся на рабочем компьютере участника в папке на рабочем столе с названием, идентичным дате проведения соревнований - это день С1 чемпионата, пример: **01_01_2021** (см. Рис. 5). Для сохранения всех результатов работы на рабочем столе компьютера каждого участника создается папка с названием на английском языке **Project_номер рабочего места** (см. Рис. 5), где после нижнего подчеркивания печатается номер команды, полученный при жеребьевке рабочих мест, например, **Project_2**.

Участником, выполняющего роль конструктора – проектировщика, в этой же папке (**Project_номер рабочего места**) необходимо создать еще 2 папки. Одну с название «Для резки», вторую с названием «Для печати», куда будут сохраняться файлы для дальнейшего изготовления на станке лазерной резки и 3D печати.

Участником, выполняющего роль системного программиста, на его рабочем компьютере, в корне жесткого диска C(с:) создается папка с названием на английском языке: «**Project_с_номер рабочего места**». В эту папку сохраняются все проекты кода программиста, например, **Project_2**

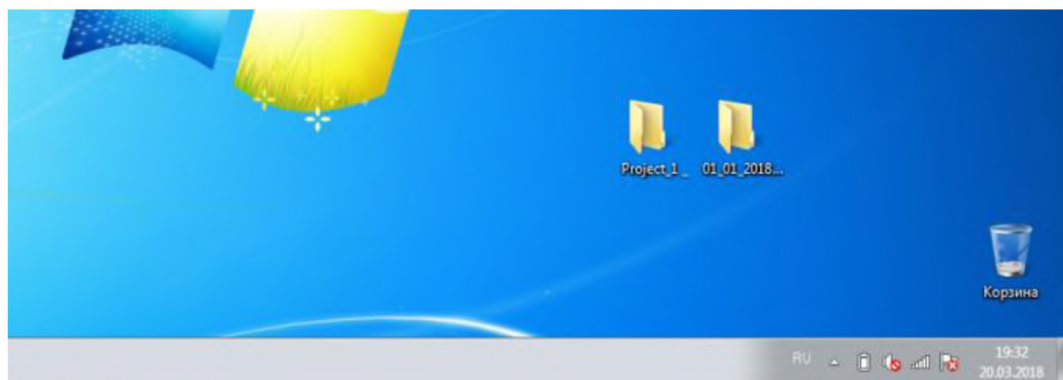


Рис. 5. Образец созданных папок на рабочем столе компьютера участника

Важно: файл итогового отчета заполняется на одном из компьютеров команды и предоставляется к проверке экспертам только этот итоговый отчет. (папка **Project_номер рабочего места** (см. Рис. 5)).

После этого конкурсантам на каждый компьютер участника требуется установить все программы, необходимые для выполнения конкурсного задания каждому участнику, ответственному за выполнение модуля.

Модуль1: 3D-проектирование компоновки МКА.

Конструктор-проектировщик определяет общие решения поставленной глобальной задачи, определяется с типом оборудования и программного обеспечения, осуществляет подготовку общего решения, чтобы довести выполнение Конкурсного задания до логического завершения.

Разработка функциональной модели МКА выполняется в ПО твердотельного моделирования (типа SolidWorks) и проходит в несколько этапов:

- 3D-проектирование конструкции спутника.
- 3D-проектирование резьбовых соединений, элементов крепления конструкции спутника.
- 3D-проектирование конструкции системы аэродинамического подвеса спутника.
- 3D-сборку моделей систем, датчиков, устройств спутника.
- 3D-сборку моделей всех дополнительных систем и устройств, устанавливаемых на спутник.
- 3D-сборку моделей целевой аппаратуры спутника
- Проектирование бортовой кабельной сети с указанием номера и длины шлейфа.

При проектировании необходимо учитывать:

- возможность дальнейшего изготовления деталей собственными силами на конкурсной площадке.

Для этого выполняется сохранение результатов моделирования элементов корпуса спутника, навесного оборудования в форматах файла, необходимого для работы на 3D принтерах и станке лазерной резки. Функции оператора станка возложить на технического эксперта, который изготовит эти детали по моделям участников. Параметры рабочего материала и размеров рабочих столов и поверхностей станков указываются в день С-2.

- ограничение габаритов изготавливаемых деталей согласно размеру рабочего стола лазерной резки и 3D принтеров.
- использование измерительного инструмента, который входит в перечень предоставляемого инструмента на площадке.
- повторение цветовой гаммы представленного образца, шаблона МКА;
- геометрические и массово-инерционные характеристики.

Положение центра масс МКА для проведения испытаний на стенде полунатурного моделирования по осям ОХ, ОУ должно быть максимально приближено к нулевым значениям $0 < |OX| < 10$, $0 < |OY| < 10$ (допустимое отклонение по этим параметрам не должно превышать $-10...+10$ мм). Допустимое отклонение положения центра масс по оси ОZ (ось вращения) до плоскости крепления аэродинамического подвеса должно быть в пределах от 0 мм до -50 мм. Построение («вытягивание») деталей в ПО 3D моделирования необходимо производить в две стороны от центральной точки, а сборку деталей в программе

необходимо начинать от точки подвеса – от центра масс подшипника аэродинамического подвеса.

- тип, размеры, внешний вид корпуса спутника указываются в день С-2 в качестве изменений 30% КЗ. При этом допускается свободное проектирование систем раскрытия и поворота БС, антенн, отдельных элементов крепления для обеспечения работоспособности аппарата в целом;
- поля и углы зрения датчиков, их состав и количество для обеспечения работоспособности МКА и выполнения поставленной задачи,
- особенности взаимного расположения камеры, отдельных систем, датчиков,
- системы раскрытия, поворота солнечных панелей, а также системы энергоснабжения для нее и других требований, специфичных для выполняемой спутником задачи.

Конструктор-проектировщик осуществляет контроль правильности компоновки 3D модели МКА с точки зрения работы бортовых систем. Используются предоставленные организаторами соревнований 3D-модели приборов и систем (из комплекта набора конструктора «ОрбиКрафт») в качестве исходных данных. При выполнении 3D-сборки необходимо учитывать истинный вес всех элементов конструкции, приборов, датчиков, кабельной сети и др., используя для этой цели малогабаритные точные весы и возможности программного комплекса 3D моделирования (SolidWorks и др.). При необходимости следует выполнить переопределение массы изделий. Результаты измерений оформляются в приложении итогового отчета.

Размеры для выполнения задания по 3D моделированию получают различными способами, которые указываются в день С-2 в качестве изменений 30% КЗ:

- используется чертеж;
- собственные идеи;
- предоставленные организаторами 3D модели;
- путем точного повторения образца.

Специалист выполняет следующие виды работ по проектированию и моделированию:

- Деталей, узлов, элементов конструкции и крепления корпуса (уголок), резьбовые соединения (винт, шайба, гайка), их соответствие цветовой гамме образцов.

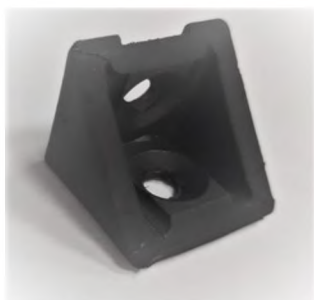


Рис. 6. Внешний вид уголка для крепления корпуса спутника

- Технологических отверстий, скруглений, фасок, прорезей в конструкции МКА для крепления систем и датчиков, плат, аккумуляторных отсеков, солнечных панелей и т.д.
- Деталей подвеса, крепления МКА на аэродинамический стенд (подшипник и посадочное место):



Рис. 7. Внешний вид посадочного места и подшипника для аэродинамического подвеса

- Системы крепления, раскрытия и поворота солнечных батарей и управления этими системами.

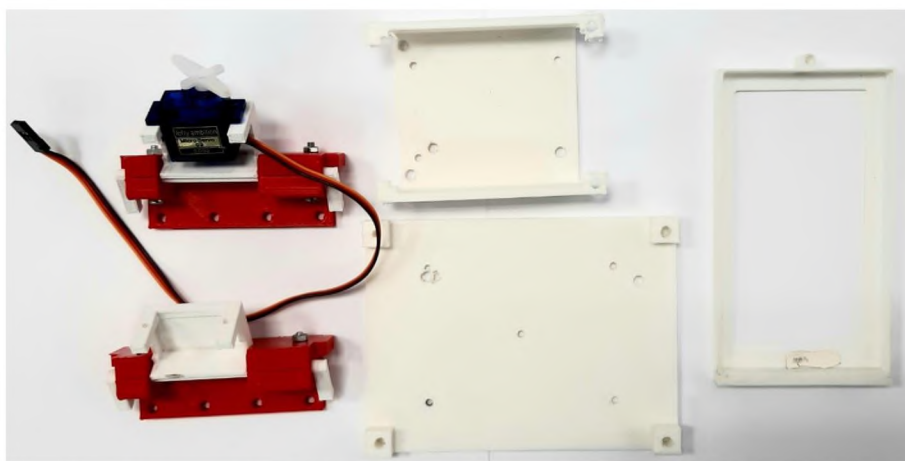


Рис.8. Образец системы раскрытия и управления солнечными панелями с помощью сервоприводов

- Общей конструкции модели аппарата (3D сборка) со всеми установленными элементами.
- Измерение программными средствами и расчет кабельной сети в соответствии с выполненной сборкой в 3D-модели с указанием привязки к датчику и размеру шлейфа.

Выполнив этот модуль задания, инженер-конструктор передает техническому эксперту площадки количество, порядок и приоритет на изготовление деталей на станке лазерной резки и на 3D принтере. Печать деталей на 3D принтере можно начинать во время выполнения модуля, по готовности моделей, а резку деталей на станке только по окончании рабочего времени конкурсантов.

Модуль 2. Разработка технологической карты сборки функциональной модели МКА. Расчет и проектирование отдельных систем МКА.

Дать название разрабатываемому малому космическому аппарату любым известным способом и в дальнейшем использовать эту аббревиатуру. Необходимо разработать технологическую карту последовательности сборки функциональной модели космического аппарата в комнате с ограничением доступа и требованием соблюдать правила работ и условия нахождения в чистой комнате класса 100000). Технологическая карта должна быть оформлена на стандартных листах формата А4 и включать в себя:

- сборочный чертеж, где будут представлены три вида и изометрия сборки, габаритные размеры;
- спецификация;
- материалы;
- инструменты и оборудование, используемые при сборке МКА;
- анализ возможности разделения трудовых процессов на многопоточность;
- рекомендации к сборке, конструктивные особенности;

По окончании работ на площадке необходимо предоставить таблицу масс всего МКА, с указанием расчетной массы из документации и фактически получившейся.

Затем необходимо изготовить бортовую кабельную сеть. При этом большинство разъемов обжимаются с помощью специального приспособления - кримпера (англ. crimp — обжим, опрессовка), а один шлейф (подключения камеры к БКУ) изготавливается путем пайки.



Рис. 13. Образец шлейфов с разъемами DB-9F(M) под обжимку

Экспертами оценивается:

- Соответствие количества изготовленных кабелей проекту бортовой кабельной сети.
- Пайка. Лужение.
- Отсутствие повреждений изоляции и разъемов, термоусадочной трубки.
- Наличие термоусадки на каждом отдельном проводе в жгute проводов.
- Наличие маркировки кабельной сети.
- Изготовление всех шлейфов и кабелей для соединения систем и устройств спутника.
- Выполнить жгутовку проводов (жгут проводов должен содержать 2 отрезка по 30 мм термоусадочной трубки через равные промежутки между ними),
- Произвести маркировку 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.

Конкурсантам необходимо предоставить экспертам промежуточные результаты для фиксирования результатов пайки. Усадку термоусадочной трубки на контакты разъема производить только после фотографирования экспертами запаянных проводов. Контроль изготовления кабеля – фотофиксация экспертами:

- Фото контактов до момента термоусадки.
- Фото кабеля с усаженной термоусадкой.
- Фотофиксация работоспособности изготовленного кабеля с помощью тестера шлейфов.

Радиоэлектронщик – схемотехник выполняет расчет, проектирование и адаптацию с собираемой моделью МКА системы раскрытия и управления солнечных батарей и систему энергоснабжения для нее.

Перечень работ:

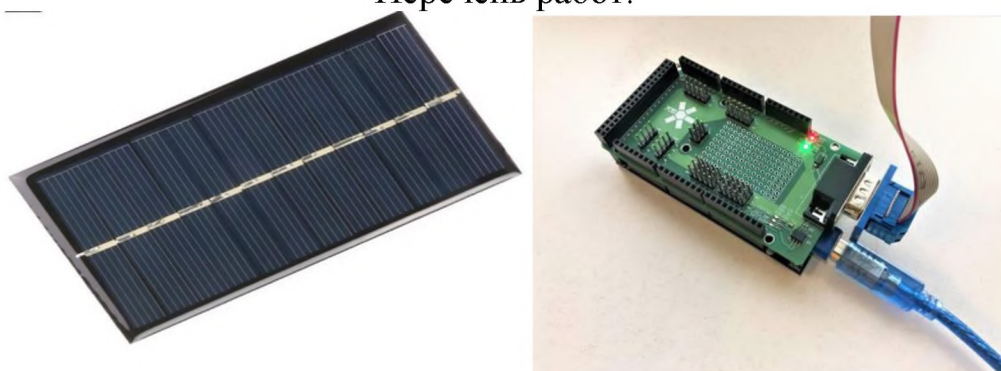


Рис. 14. Солнечная панель и плата расширения Arduino

- Составить кинематическую схему системы раскрытия и управления поворотом солнечных батарей (БС).

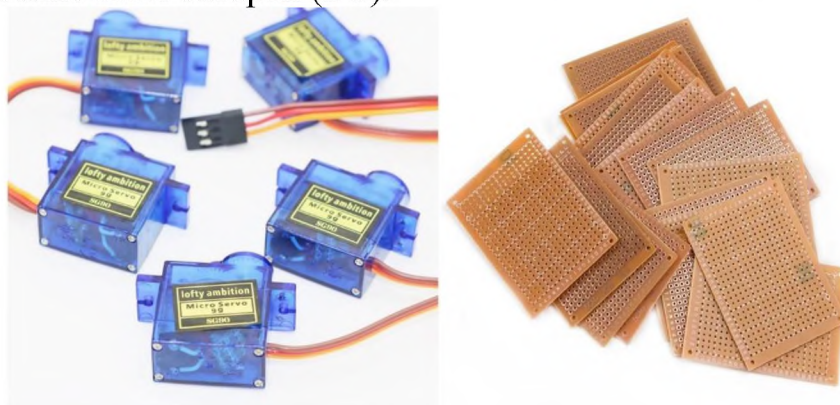


Рис. 16. Сервоприводы и монтажные платы для пайки

- Составить электрическую схему подключения к Arduino системы раскрытия и поворота солнечных батарей (БС).
- Составить полную электрическую схему всех систем и устройств модели космического аппарата.

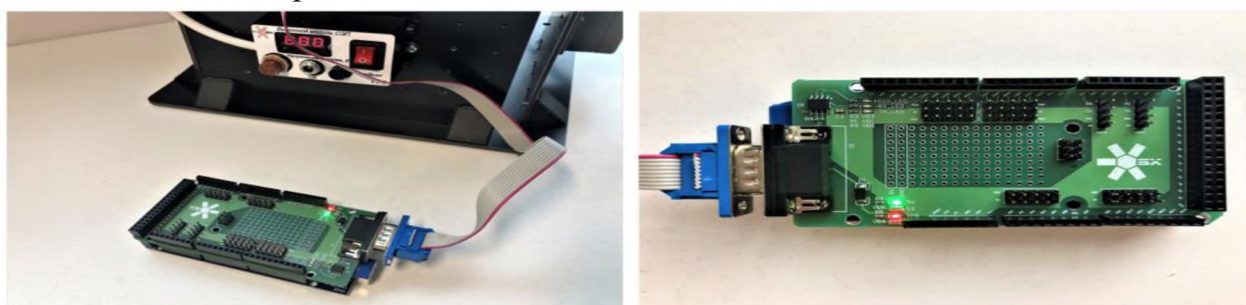


Рис.17. Подключение платы расширения Arduino в бортовую сеть спутника

Расчет и разработка дополнительного стабилизированного источника питания.

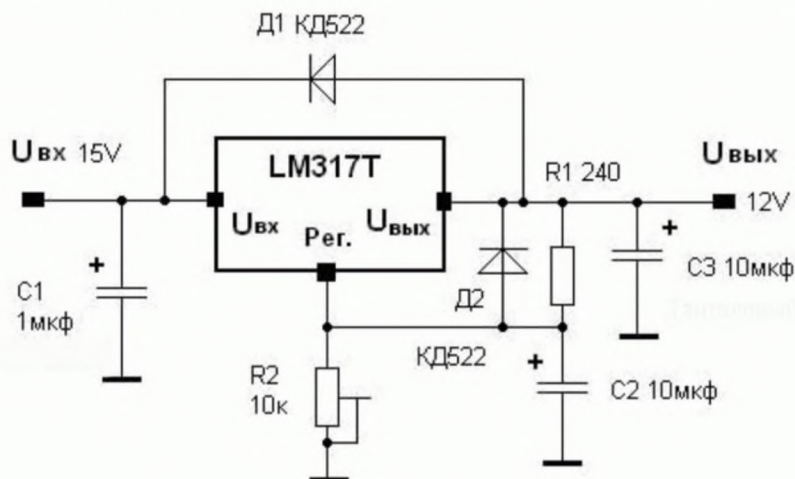


Рис. 15. Стабилизатор напряжения

- Расчет и разработка стабилизированного источника питания системы энергопитания (СЭП). Входные и выходные параметры напряжения заданы в приложении. Для получения требуемого напряжения на входе разрабатываемого источника напряжения используется два СЭП, включенные последовательно.

Разработка печатной платы резервного стабилизированного источника питания в специализированном ПО (используется одна из программ, указанных в приложении, например: SprintLayout). Тип подключаемого первичного источника питания, входные, выходные параметры, тип, наименование, состав радиоэлементной базы заполняется экспертами в день 30% изменения конкурсного задания.

Конкурсантам необходимо изготовить печатную плату на фрезерном станке, для чего требуется сохранить результат работы в формате, необходимом для работы на этом станке.

Участнику необходимо продемонстрировать следующие виды печатной платы:

- со стороны радиоэлементов;
- со стороны дорожек;
- совмещенный вид со стороны дорожек с расположением радиоэлементов;
- размер спроектированной печатной платы должен соответствовать размерам выданного образца монтажной платы для пайки или заданным при 30% изменении конкурсного задания.

Также участники выполняют расчет длины проволоки из нихрома для пережигания нити в системе раскрытия БС, примерный расчет радиатора охлаждения для микросхемы резервного стабилизированного источника питания. В качестве теплоотводящего материала используется алюминиевый Г-образный или П-образный профиль с толщиной стенки 1 ... 3 мм

Модуль 3. Проверка и программирование датчиков, систем МКА, целевой аппаратуры. Автономные испытания датчиков и систем спутника.

Системный программист – это разработчик программных комплексов, обеспечивающих слаженную работу компонентов малого космического аппарата. Он разбирается с выбором языка программирования, архитектурой бортового программного обеспечения, средой разработки, способом сборки, прошивки, отладки бортового программного обеспечения. Схемы алгоритмов должны состоять из имеющих заданное значение символов, краткого пояснительного текста и соединяющих линий и могут использоваться на различных уровнях детализации. Уровень детализации должен быть таким, чтобы различные части и взаимосвязь между ними были понятны в целом. Используя условные

графические обозначения символов, обозначенные в стандартах ЕСПД (Единой системы Программной Документации), необходимо выполнить следующие виды работ:

- Составить общую схему работы всех систем и устройств, установленных на борту МКА;
- Составить подробную схему работы системы ориентации, установленной на МКА;
- Составить подробную схему работы системы стабилизации, установленной на МКА;
- Составить подробную схему работы полезной нагрузки (целевой аппаратуры), установленной на МКА;
- Составить подробную схему работы всех систем, установленной на МКА и схему взаимодействия ПО между собой в составе МКА;
- Установить программы и драйверы для работы с системами и датчиками конструктора спутника «ОрбиКрафт» из комплекта программ, рекомендуемых к использованию
- Написать, скомпилировать коды для проверки всех систем и датчиков из состава набора конструктора спутника конструктора «ОрбиКрафт» и Arduino Shield.
- Разработать коды калибровки датчика угловой скорости, магнитометра, солнечных датчиков, других систем и датчиков спутника, для которых это может быть необходимо.
- Провести автономные испытания всех систем, датчиков, устройств, устанавливаемых на спутник, включая автономные испытания устройств, подключаемых через Shield Arduino.

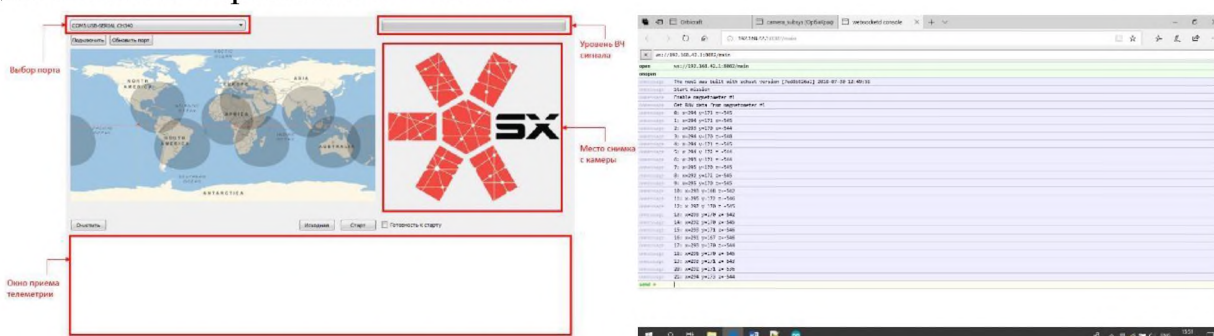


Рис. 9. Окно программы ЦУП (GroundControlX) и образец проверки магнитометра

- Произвести калибровку магнитометра, солнечных датчиков, других систем и датчиков спутника, для которых это может быть необходимо.

- При проведении автономных испытаний камеры полезной нагрузки добиться наиболее четких показателей резкости и фокусировки при помощи микры. Выполнить PrintScreen экрана компьютера при выполнении работ и внести данные в Приложение итогового отчета.

Модуль 4. Разработка и отладка программного кода полной циклограммы работы МКА. Изготовление, сборка, проверка работоспособности систем МКА.

Системный программист продолжает выполнение задания по обеспечению работоспособности систем и устройств собираемой модели спутника:

Используя ранее разработанный общий алгоритм работы МКА на орбите, разрабатывает программный код для совместной корректной и правильной работы датчиков, систем, устройств, устанавливаемых на МКА.

- Разрабатывает программный код для проведения функциональных испытаний спутника, которые входят в соответствующий модуль конкурсного задания.

Радиоэлектронщик-схемотехник:

- Изготовление резервного стабилизированного источника питания, радиатора охлаждения для микросхемы стабилизатора напряжения.
- Сборка систем раскрытия, поворота и управления БС и других дополнительных систем, установленных на модель МКА (микроконтроллеры, сервоприводы, шаговые двигатели с драйверами, датчиками и др.)
- Проведение автономных испытаний собранных систем с демонстрацией результатов экспертам.
- Адаптация всей системы с корпусом МКА

Результаты выполнения задания заносятся в приложение отчета в виде снимков экрана, фотографий, презентаций.

Модуль 5. Сборка спутника

Перед сборкой спутника необходимо закончить работы по изготовлению деталей, узлов, элементов на станке лазерной резки и печати на 3D принтерах. Кабели и жгуты сформированы, промаркированы, проверены тестером, входящим в комплект набора-конструктора «ОрбиКрафт». Собрана система крепления солнечных батарей.

После выполнения предыдущих модулей начинается сборка аппарата, для чего работа переносится в условно чистую комнату (комната с ограничением доступа и требованием соблюдать правила работ и нахождения в чистой комнате класса

100000). Все необходимые приборы, конструктив, крепеж, инструмент и вспомогательная оснастка заносятся в чистую комнату. Здесь спутник собирается на столе в соответствии с ранее разработанной моделью согласно технологической карты сборки.

Экспертами оценивается:

- Правильность финальной сборки аппарата и соответствие с ранее разработанной 3D моделью.
- Соответствие кабельной сети модели космического аппарата документации.
- Хомутовка кабельной сети к корпусу МКА
- Наличие контровочной проволоки на резьбовых соединениях крепления маховика к корпусу МКА в нужном для этого направлении, отсутствие провисания контровочной проволоки и не затянутых резьбовых соединений.

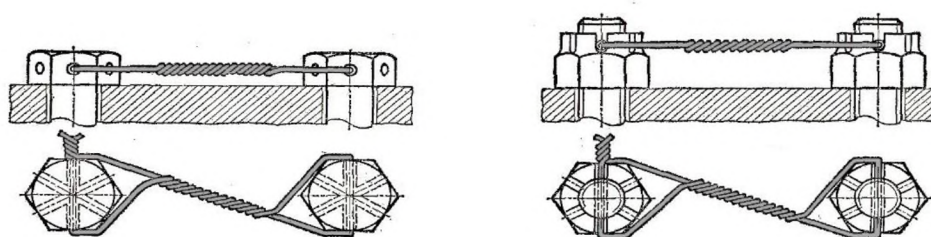


Рис. 18. Пример контровки резьбового соединения.

- Использование защитных очков, халатов, шапочек, бахил, перчаток.
- Контрольное взвешивание готового изделия
- Заполнение Приложения итогового отчета



Рис. 19. Индивидуальные средства защиты.

Итог: Спутник собран, проверен, стоит в «чистой комнате» в ожидании этапа проведения комплексных испытаний на стенде полунатурного моделирования.

Модуль 6. Полунатурные испытания МКА.

Спутник выносят из чистой комнаты и устанавливают на стенд полунатурных испытаний, пока неподвижно.

Группой экспертов визуально проводится первый осмотр собранного космического аппарата на предмет отсутствия механических повреждений и готовности к функциональным испытаниям. Первое включение собранного спутника конкурсантам проводить только в присутствии экспертов на аэродинамическом стенде. Для этого выдается конкурсантам предохранитель из системы энергопитания (СЭП), извлеченный перед сборкой в чистой комнате.

- проверяют балансировку макета на аэродинамическом подвесе: если положение центра масс выше центра вращения, дальше испытания на аэродинамическом подвесе можно не проводить. Спутник подлежит корректировке по центру масс и (или) сборке по новой модели;
- первое включение собранного аппарата – проверка подачи напряжения питания от СЭП в бортовую сеть спутника (напряжение на индикаторе более 7,5 Вольт);

После допуска группой экспертов к функциональным испытаниям выполняет пошаговое тестирование всех бортовых приборов в составе макета. Далее в аппарате тестируют следующие элементы по заложенной программистом циклограмме работы:

- маховики
- СЭП
- солнечные датчики
- датчик угловой скорости
- магнитометр
- дополнительные системы и устройства

Необходимым условием является демонстрация количества итераций, полученных данных, значений датчиков (например, для датчика угловой скорости - количество опросов и угловая скорость по осям OX, OY, OZ), во время исполнения кода программы на экране компьютера.

Модуль 7. Решение целевой задачи.

При выполнении модуля системный программист прошивает на борт программы, написанные им ранее на конкурсной площадке и предоставляет экспертам к оценке испытания космического аппарата на подвижном стенде:

- Раскручивание корпуса аппарата из неподвижного положения влево (по ходу часовой стрелки) и вращение с постоянной угловой скоростью
- Раскручивание корпуса аппарата из неподвижного положения вправо (против хода часовой стрелки) и вращение с постоянной угловой скоростью.
- Поворот спутника из неподвижного состояния на заданный угол

- Стабилизация спутника и заданные значения времени и точности удержания корпуса аппарата (10 секунд). Получение контрольных снимков с камеры ДЗЗ (не менее 1 шт)
- Включают имитатор магнитного поля Земли, проверяют точность определения угла по магнитометру;
- Выполняют ориентацию спутника по магнитометру на подвесе с помощью имитатора магнитного поля Земли по нескольким углам. Получение контрольных снимков с камеры ДЗЗ (не менее 3 шт).
- Включают прожектор и контролируют правильность реакции системы управления на источник света. Необходимо выполнить ориентацию МКА с использованием солнечных датчиков по нескольким углам. Получение контрольных снимков с камеры ДЗЗ (не менее 3 шт).
- Работу системы раскрытия, поворота и управления ориентацией солнечных панелей на источник освещения.
- Работу системы механического раскрытия дополнительных устройств (антенн, рефлектора и др.)
- Работу системы управления поворотом солнечных панелей
- Качество изображения, полученного с камеры: ориентация, четкость (исследуется при помощи микроскопа)
- Число изображений, полученных с борта в заданной системной ориентации
- Работу бортовой системы управления по циклограмме (циклограмма задается во время внесения изменений в конкурсное задание экспертами, в день с -2)

Эксперты контролируют балансировку макета на аэродинамическом подвесе; точность измеряемых величин путем сравнения с эталонами; параметры работы системы управления (быстродействие, точность), качество и объем полученных с «борта» данных камеры.

Модуль 8. Организация рабочего места. Бережливое производство. Соблюдение правил ТБ и ОТ.

Документация оформляется участниками в процессе выполнения работы, от ее качества зависит, поймет ли сторонний наблюдатель, зачем создан тот или иной документ и пригоден ли для дальнейшей работы. Любой документ должен иметь название, авторов, дату создания, версию, оглавление, нумерацию страниц. По сути, он должен включать введение, постановку задачи, ход эксперимента, иллюстрации, выводы, заключение и список литературы.

Немаловажную роль играет внедрение в процесс выполнения работы принципов бережливого производства, т.е. вовлечение участников в процесс

оптимизации рабочего пространства с целью минимизации затрат и максимальной ориентации на результат. Экспертами оценивается также планировка рабочего места, то есть рациональное пространственное размещение всех элементов оборудования, технологической и организационной оснастки, инвентаря, которые обеспечивают экономное использование материала, ресурсов, безопасности труда.

Культура производства подразумевает пунктуальность, правильное использование инструмента, экономное расходование ресурсов и материала, работу в индивидуальных средствах защиты (халатах, в перчатках, с респираторами, в бахилах) и с заземлением (когда это необходимо), чистоту и порядок на рабочем месте.

Под организацией рабочего места понимается комплекс мероприятий, направленных на создание на рабочем месте необходимых условий для высокопроизводительного труда, на повышение его содержательности и охрану здоровья участников. Каждому члену команды необходимо так организовать рабочее пространство, чтобы комфортно было каждому. Эти условия труда должны иметь рациональную планировку и бесперебойное выполнение следующих функций:

- Конструктор - проектировщик
- Радиоэлектронщик - схемотехник
- Системный программист
- Слесарь-сборщик МКА

4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

В данном разделе определены критерии оценки и количество начисляемых баллов (судейские и объективные) таблица 2. Общее количество баллов задания/модуля по всем критериям оценки составляет 100.

Таблица 2.

Раздел	Критерий	Оценки		
		Судейская	Объективная	Общая
А	3D-проектирование компоновки МКА	0	15	15
В	Разработка технологической карты сборки функциональной модели космического аппарата. Расчет и проектирование отдельных систем МКА.	0	10	10
С	Проверка и программирование датчиков, систем МКА, целевой аппаратуры. Автономные испытания спутника.	0	15	15

D	Разработка и отладка программного кода полной циклограммы работы МКА. Изготовление, сборка, проверка работоспособности систем МКА.	0	10	10
E	Сборка спутника	0	10	10
F	Полунатурные испытания МКА.	0	17	17
G	Решение целевой задачи.	0	18	18
H	Бережливое производство. Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места	0	5	5
Итого =		0	100	100

5. ПРИЛОЖЕНИЯ К КОНКУРСНОМУ ЗАДАНИЮ

Приложение №1

Схема взаимного расположения искусственного спутника Земли (ИСЗ), места съёмки и углов выставления имитатора солнца

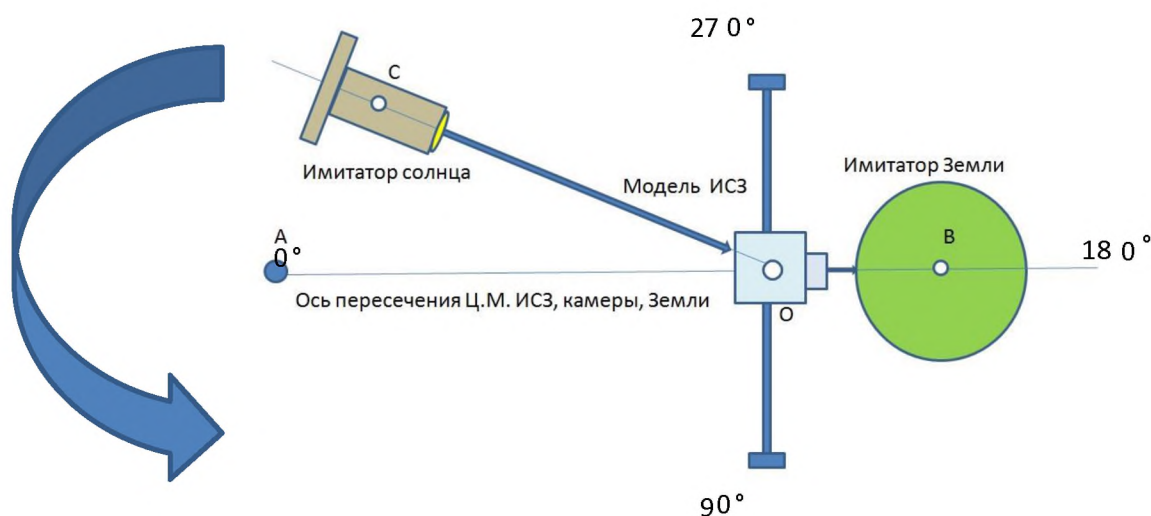


Рис.1.1. Применение имитатора Солнца и магнитного поля Земли при проведении испытаний модели МКА

Пример задания (камера направлена на имитатор Земли) :

1. Угол АОС равен $0^\circ (+10^\circ \dots -10^\circ)$
2. Угол АОС равен $102^\circ (+10^\circ \dots -10^\circ)$
3. Угол АОС равен $279^\circ (+10^\circ \dots -10^\circ)$

Система резервного питания:

- Входное напряжение $U_{вх} = 14,8$ Вольт
- Выходное напряжение стабилизатора напряжения $U_{вых} = 8,2$ Вольт; ($\pm 0,5$ Вольт)
- Рассчитать площадь радиатора для охлаждения силового узла стабилизатора напряжения;

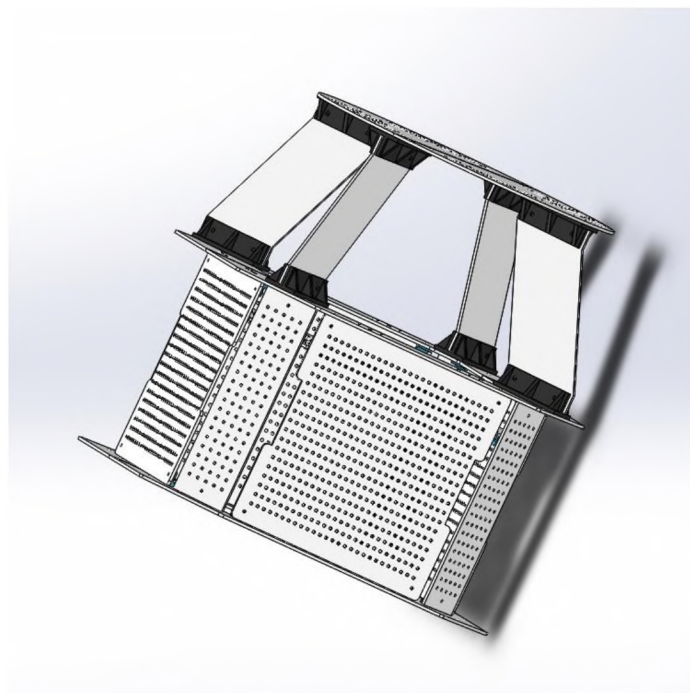
- Рассчитать длину нихромовой проволоки для пережигания нити системы раскрытия СБ

Материал для изготовления:

- Материал «Акриловое оргстекло» – для работы в SolidWorks
- Материал «ABS, PLA» – для 3D печати
- Материал «Акрил» - станок для лазерной резки
- Материал «Полированная фанера» - станок для лазерной резки
- Рабочее поле 3D принтеров – 180X180 мм
- Рабочее поле станка для лазерной резки – 600X400 мм

Разработка конструкции МКА.

Моделирование сложного корпуса 8-угольного МКА



1. Боковые стойки для крепления верхней надстройки – 4 шт.
2. Верхняя надстройка – 1 шт
3. Верхнее основание -1 шт
4. Средняя полка – 1 шт
5. Нижнее основание – 1 шт
6. Боковая стенка узкая – 4 шт
1. Боковая стенка широкая – 4 шт
2. Уголки для соединения деталей каркаса между собой
3. Подшипник для аэродинамического подвеса.
4. Посадочная панель подшипника для аэродинамического подвеса.

Приложение № 3.

Разработка радиоэлектронных компонентов и модулей.

- Выходное напряжение стабилизатора напряжения $U_{\text{вых}} = 8,6$ Вольта;
- Рассчитать площадь радиатора для охлаждения микросхемы стабилизатора напряжения;
- Рассчитать длину проволоки из нихрома для системы раскрытия БС

Приложение № 4.

Разработка привода системы раскрытия и поворота солнечных батарей.

Моделирование элементов системы раскрытия, поворота солнечных панелей, крепления систем и датчиков спутника с последующим изготовлением на 3D принтерах:

1. Система раскрытия, крепления, управления поворотом солнечных батарей.
2. Система крепления резервной СЭП, Arduino Shield, реле для подключения устройства для пережигания нити системы раскрытия солнечных батарей.

Приложение № 5.

Материалы, используемые в работе.

- Материал «ABS, PLA» – для 3D печати
- Материал «Акриловое оргстекло»- для станка лазерной резки
- Рабочее поле 3D принтеров – 180X180 мм
- Рабочее поле станка для лазерной резки – 600X400 мм

Приложение №6.

Итоговый отчет о проведении соревнований

Название чемпионата:	
Дата проведения:	
Место проведения:	
Рабочее место № :	

Распределение ролей участников в команде:

	Фамилия Имя Отчество	Роль на чемпионате
Участник 1		
Участник 2		
Участник 3		

I. Отчет о проведении 3D-проектирования спутника

Цель: выполнить компоновку спутника, оценить его массово-инерционные характеристики

1. Картинка: общий вид спутника, картинка в изометрии, положение камеры
2. Картинка: общий вид спутника с указанием приборов стрелками
3. Картинка: указание связанных осей систем координат с центром в центре масс
4. Картинка: Print Screen с программы моделирования с табличкой массовые характеристики.
5. Картинка: Print Screen с программы моделирования со значениями центра масс и тензором инерции.
6. Картинка: Print Screen с программы моделирования с результатом проверки модели МКА на интерференцию.
7. Картинка: Print Screen с программы моделирования со значениями центра масс и тензором инерции.
8. Картинка: Print Screen с программы моделирования со значениями центра масс и тензором инерции.

II. Расчет массы аппарата.

Цель: определить массу модели МКА по 3D модели и сравнить ее с реальной массой собранного космического аппарата.

1. Масса аппарата по 3D модели, _____ г.
2. Реальная масса аппарата (с учетом массы шлейфов), _____ г.
3. Общая площадь внешней поверхности конструкции _____ мм²
4. Таблица взвешивания деталей конструкции, датчиков, узлов, систем МКА, подвеса и транспортировки.

№	Наименование детали или устройства	Вес, грамм	Print Screen с программы моделирования с табличкой массовые характеристики для конкретной детали или устройства

Вывод:

III. Отчет о разработке технологической карты сборки

Цель: разработка технологической карты сборки МКА

1. Наименование МКА:
2. Сборочный чертеж
3. Технологическая карта последовательности сборки функциональной модели МКА:

IV. Отчет о разработке бортовой кабельной сети

Цель: разработка бортовой кабельной сети модели МКА

4. Картинка: Print Screen, способ межблочного соединения
5. Чертеж: распайка кабеля (распиновка)
6. Чертеж: Принципиальная схема соединений блоков, с обозначением номерами кабельных переходов, а также номеров блоков.
7. Таблица длин кабельных переходов и соединений

№ шлейфа	Наименование соединяемых блоков (датчиков)	Длина в мм	Длина с допуском, мм

V. Изготовление кабелей и шлейфов.

Цель: разработка и изготовление бортовой кабельной сети космического аппарата.

1. Фото: пайка кабеля, результат
2. Фото: обжимка шлейфов, результат (все обжатые кабели)
3. Общая масса всех шлейфов и проводов, грамм

VI. Отчет о разработке алгоритма стабилизации

Цель: разработка алгоритма стабилизации спутника

1. Зачем нужен алгоритм: описание
2. Картинка: общий алгоритм работы МКА на орбите
3. Картинка: алгоритм работы системы стабилизации МКА
4. Картинка: алгоритм работы системы ориентации МКА
5. Картинка: алгоритм работы раскрытия солнечных панелей МКА
6. Картинка: алгоритм работы полезной нагрузки МКА
7. Картинка: системы координат, установка датчиков ориентации
8. Таблица: расположение датчиков Солнца

Номер датчика	Ось спутника	Ориентация	Примечания

9. Таблица: расположение измерительных осей магнитометра

Ось датчика	Ось спутника	Примечания
X		
Y		
Z		

10. Таблица: расположение измерительных осей датчика угловых скоростей

Ось датчика	Ось спутника	Примечания
X		
Y		
Z		

VII. Отчет о разработке программного кода.

1. Картинка: **Print Screen: Программный код**

VIII. Отчет о сборке спутника

Цель: сборка и тестирование бортовых систем

1. Картинка: **Print Screen: собранный спутник**
2. Таблица соответствия установки приборов 3D-модели

Номер	Название	Соответствие (Да, нет)	Примечания

--	--	--	--

Таблица проверки работоспособности систем

Номер	Название	Результат (Да, нет)	Примечания (показания датчиков)

IX. Проведение функциональных испытаний.

Цель: провести функциональные испытания модели МКА и внести результаты в таблицу.

Таблица проведения функциональных испытаний:

Наименование вида испытаний	Результат проведения испытания (положительный или отрицательный)	Примечания

