

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 – 2 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>

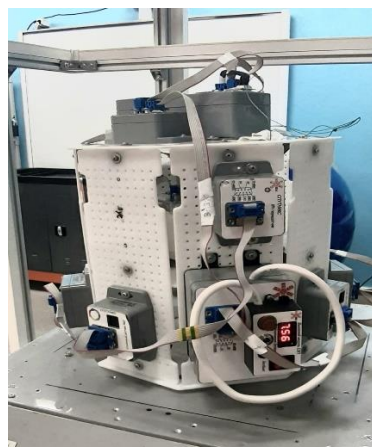


Рис. 1. Общий вид собранного конструктора «ОрбиКрафт»



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 Центрами управления полетом (ЦУП) максимально оперативно, т.е. в максимально короткое время, как можно большего количества качественных изображений заданных географических областей в течение активного срока существования КА, при этом спутник должен максимально выполнить поставленные перед ним задачи.

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. Разработка и проектирование печатных плат отдельных систем КА. Модуль 3. Проверка и программирование датчиков, систем МКА, целевой аппаратуры. Автономные испытания спутника.	C1 9.00-13.00 C1 14.00-18.00	4 часа 4 часа
2	Модуль 4. Изготовление, сборка, проверка работоспособности систем МКА. Разработка и отладка программного кода полной циклограммы работы 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
4	Модуль 8. Бережливое производство.	C3 15.00-16.00	1 час

	Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места		
--	--	--	--

Перед выполнением конкурсного задания необходимо выполнить планирование всех производимых видов работ, расчетов, вычислений полным составом команды - двумя участниками. 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 КА (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_2020** (см. Рис. 5). Образец и полный перечень содержимого этой папки предоставляется в день С-2, типовой перечень находится в приложении к КЗ.

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**

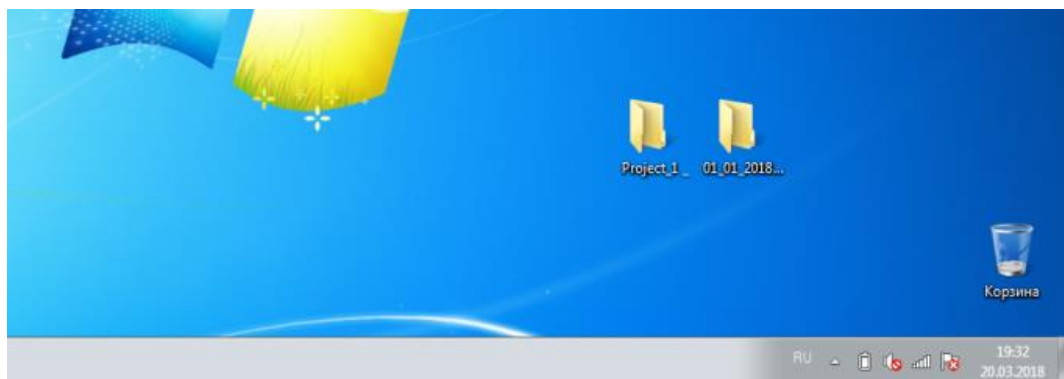


Рис. 5. Образец созданных папок на рабочем столе компьютера участника

Важно: файл итогового отчета заполняется на одном из компьютеров команды и предоставляется к проверке экспертам на площадке (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 КА.

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. Он осуществляет контроль правильности компоновки 3D модели МКА с точки зрения работы бортовых систем.

При выполнении 3D-сборки необходимо учитывать геометрические и массово-инерционные характеристики, истинный вес всех элементов конструкции, приборов, датчиков, кабельной сети и др. Для этой цели необходимо использовать малогабаритные точные весы и возможности программного комплекса 3D моделирования (SolidWorks и др.). При необходимости следует выполнить

переопределение массы изделий в программе. Результаты измерений оформляются в приложении итогового отчета:

№	Наименование детали, датчика, системы, устройства	Вес, грамм	Примечание
1.			
2.			
...			
n			

Разработка функциональной модели МКА выполняется в ПО твердотельного моделирования (SolidWorks, или аналогичного). При проектировании МКА 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 (*.stl) и станке лазерной резки (*.dxf). Существует ограничение габаритов изготавливаемых деталей по размеру зон рабочего стола используемого оборудования станков лазерной резки и 3D принтеров.

Функции оператора станка лазерной резки возможно возложить на технического эксперта на площадке, который изготовит эти детали по моделям участников. Параметры рабочего материала и размеров рабочих столов и поверхностей станков указываются в день С-2.

В качестве исходных данных систем, датчиков, приборов используются предоставленные организаторами соревнований 3D-модели приборов и систем из комплекта набора конструктора «ОрбиКрафт».

Размеры, тип, внешний вид корпуса спутника для выполнения задания по 3D моделированию конкурсанты получают различными способами. Выбирается один или несколько из них и указывается в день С-2 в качестве изменений 30% конкурсного задания:

- 1) свободное проектирование компоновки и общего вида спутника, опираясь на:
 - массово-инерционные характеристики,

- наличие и количество систем
- требуемые функции МКА (малый космический аппарат),
- ограничений по производству (поля станков, материал),
- время работы и др.

2) используется чертеж;

3) предоставленные организаторами мероприятия (экспертами) 3D модели;

4) путем точного повторения образца.

При прототипировании изделий необходимо использовать измерительный инструмент, который входит в перечень инфраструктурного листа предоставляемого инструмента на площадке, при этом должно быть выполнено полное повторение цветовой гаммы представленного образца, шаблона;

Положение центра масс смоделированного 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 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. Для этого «вытягивание» (построение) 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.

Выполнение модуля проходит в несколько основных этапов:

- 3D-проектирование резьбовых соединений. Сборка резьбового соединения должна быть выполнена для каждого соединения этого типа и включать (по необходимости) следующие детали: винт, шайба, шайба, гайка;
- 3D-проектирование элементов крепления корпуса (каркаса) спутника;
- 3D-проектирование элементов крепления кабельной сети к корпусу спутника;
- 3D-проектирование конструкции корпуса (каркаса) спутника.

Детали, узлы, элементы конструкции и крепления корпуса, выполненные в 3D-программе, должны соответствовать материалу изготовления и цветовой гамме образцов. Технологические отверстия, скругления, фаски, прорезы в конструкции КА для крепления систем и датчиков, плат, аккумуляторных отсеков, солнечных панелей и т.д., должны полностью коррелировать и соответствовать ответным частям присоединяемых деталей, не допускается интерференция. Сборка должна быть полностью определена.

- 3D-проектирование конструкции системы аэродинамического подвеса спутника, деталей аэродинамического подвеса, крепления МКА на аэродинамический стенд (подшипник и посадочное место): Модель самого стенда аэродинамического подвеса прототипировать не требуется;



Рис. 6. Внешний вид посадочного места и подшипника (75 мм) для аэродинамического подвеса.

- 3D-сборку моделей систем, датчиков, устройств, входящих в состав набора конструктора спутника «Орбикрафт»;
- 3D-сборку моделей целевой аппаратуры спутника;
- 3D-сборку моделей систем и устройств, устанавливаемых на спутник (3D-сборку системы раскрытия и поворота солнечными панелями и система управления ориентацией для нее; 3D-сборку системы расчеховки, механического раскрытия, удержания в транспортном и рабочем положении передающей антенны и др.). В этом пункте допускается свободное проектирование систем при использовании расходных материалов и компонентов, указанных в инфраструктурном листе.

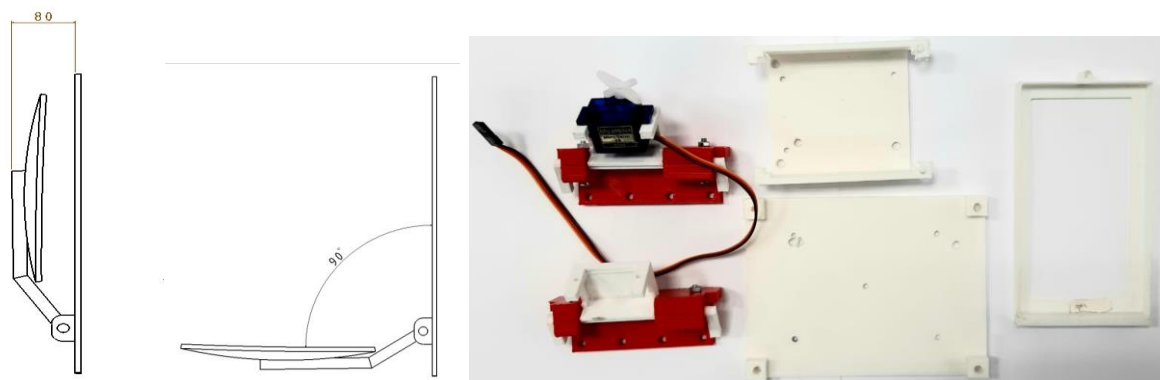


Рис.7. Рефлектор и БС

Также необходимо учитывать особенности взаимного расположения отдельных систем, датчиков, устройств; поля и углы зрения датчиков, их состав и количество для обеспечения работоспособности КА и выполнения поставленной задачи;

- Полная 3D-сборка всего космического аппарата со всеми установленными элементами. Соединения в 3D-сборке должны быть выполнены с помощью сопряжений деталей (не допустима функция «блокировка»)
- Необходимо составить структурную схему всех соединений на борту с привязкой к каждому датчику по 3D-модели:
- Составить схему расположения, назначения и распиновку разъемов с привязкой на спутнике
- Измерение программными средствами (SolidWorks) длины шлейфов и кабелей в соответствии с выполненной сборкой в 3D-модели. Также необходимо учесть допуск на монтаж шлейфа в разъемы, трассировку кабельной сети и заполнить таблицу:

№ шлейфа	Наименование соединяемых блоков (датчиков) одним шлейфом	Длина в 3D-модели, мм	Длина с допуском, мм
1.			
2.			
...			
n			

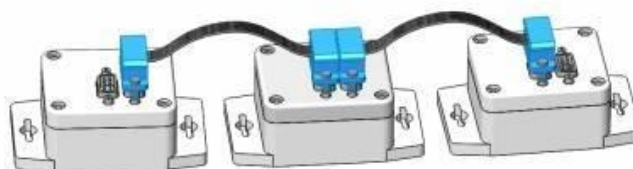


Рис.8. Общий вид соединений датчиков «Орбикрафт»

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.

Модуль 2. Разработка технологической карты сборки функциональной модели МКА. Разработка и проектирование печатных плат отдельных систем КА.

Дать название разрабатываемому малому космическому аппарату любым известным способом и в дальнейшем использовать эту аббревиатуру. Необходимо разработать технологическую карту с описанием технологического процесса сборки (последовательности сборки) функциональной модели космического аппарата в комнате с ограничением доступа и требованием соблюдать правила работ и условия нахождения в чистой комнате). Технологическая карта должна быть дополнена рамкой с заполненными строками и включать в себя:

- сборочный чертеж (наличие сборочного чертежа, наличие 3-х видов сборки, изометрии, наличие размеров, блок-схемы сборки, перечня инструментов для сборки, перечня оборудования для изготовления, сборки и испытаний, наличие перечня контрольных операций);
- конструктивные особенности;
- логика функционирования;
- рекомендации к сборке;
- наименование материалов;
- особенности

Затем необходимо изготовить 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 жгуте 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). Изоленту (белого или желтого цвета) необходимо обернуть вокруг шлейфа несколько раз посередине жгута.

Контроль изготовления кабеля – фотофиксация экспертами:

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

Радиоэлектронщик – схемотехник выполняет расчет, проектирование и адаптацию с собираемой моделью КА системы раскрытия и управления солнечными батареями и систему энергоснабжения для нее.

Перечень работ:

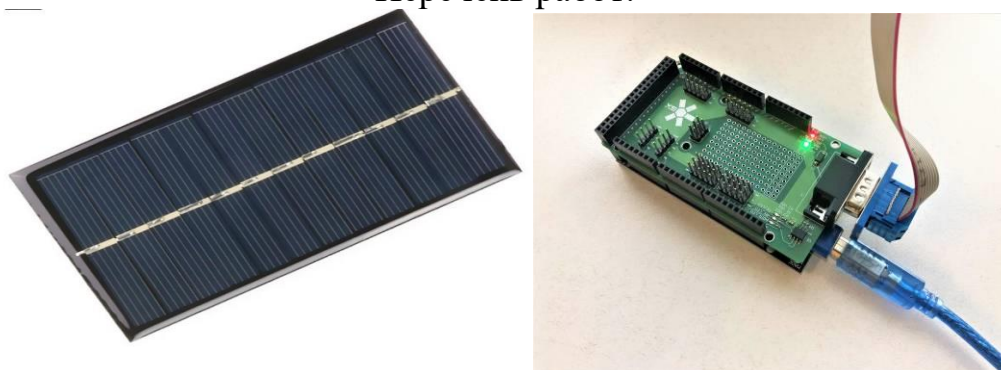


Рис. 14. Солнечная панель и плата расширения Arduino

- Составить кинематическую схему системы раскрытия солнечных батарей (перевод из транспортного положения в рабочее)
- Составить кинематическую схему системы управления поворотом солнечных батарей (БС).

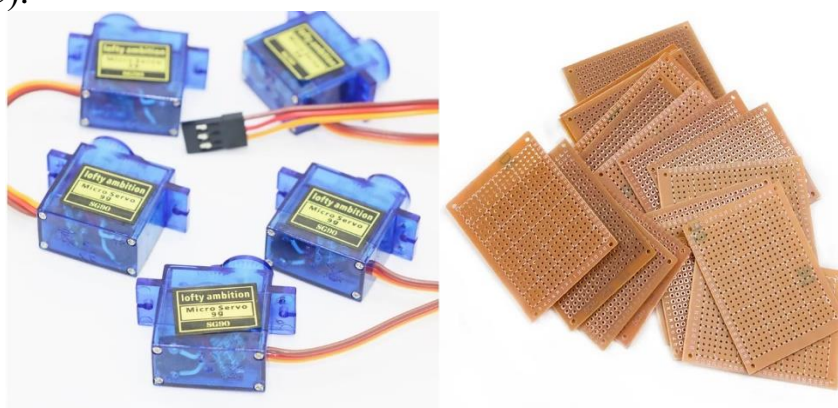


Рис. 16. Сервоприводы и монтажные платы для пайки

- Составить электрическую схему подключения к Arduino системы раскрытия и поворота солнечных батарей (БС).
- Составить электрическую схему подключения потребителей энергии солнечных батарей.
- Сборка устройства системы раскрытия БС
- Адаптация всей системы с корпусом КА

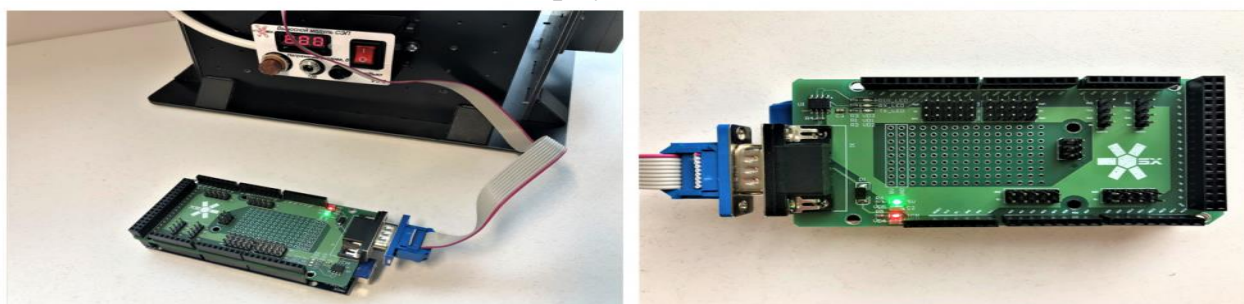


Рис.17. Подключение платы расширения Arduino в бортовую сеть спутника

- **Расчет и разработка дополнительного стабилизированного источника питания.**

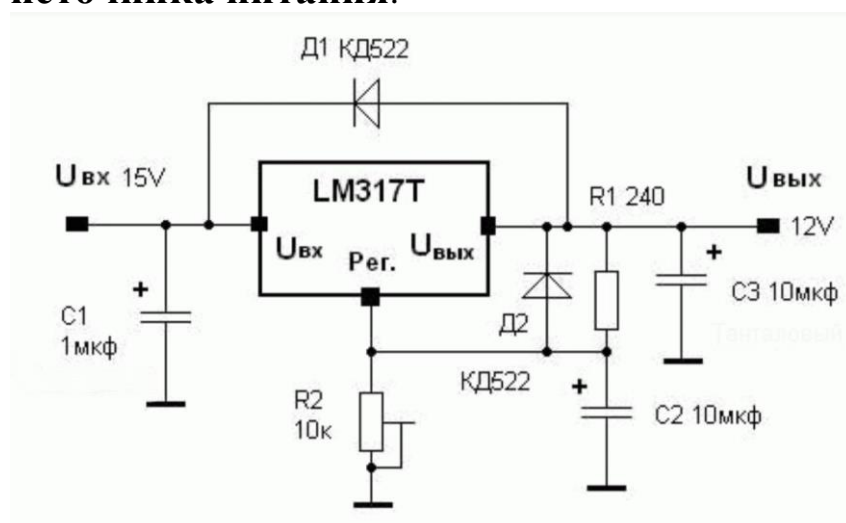


Рис. 15. Стабилизатор напряжения

Разработка печатной платы резервного стабилизированного источника питания (*используется одна из программ, указанных в приложении, например: *Sprint-Layout 5.0 Rus*, *P-Cad*, *Zenit*). 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.
- Расчет и изготовление радиатора охлаждения для микросхемы стабилизатора напряжения.
- Использование термопасты для отвода избыточного тепла от микросхемы стабилизатора напряжения.
- Сборка и пайка печатной или макетной платы с микроконтроллером, датчиками, сервоприводами, полный перечень которых указывается в день С-2
- Заполнение соответствующих пунктов отчета в приложении

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

Системный программист – это разработчик программных комплексов, обеспечивающих слаженную работу систем малого космического аппарата. Он разбирается с выбором языка программирования, архитектурой бортового программного обеспечения, средой разработки, способом сборки, прошивки, отладки бортового программного обеспечения.

При выполнении модуля необходимо выполнить следующие виды работ:

- установить программы, библиотеки, драйверы для работы с системами и датчиками конструктора спутника «ОрбиКрафт» и «Arduino» из комплекта программ, рекомендуемых к использованию
- составить общий алгоритм работы всех систем и устройств, установленных на борту МКА;
- составить подробный алгоритм работы каждой из систем, установленной на МКА (например, система стабилизации, система ориентации и др.);
- написать и скомпилировать в специально созданную папку все коды для проверки систем и датчиков из состава набора конструктора спутника «ОрбиКрафт» и «Arduino».

- Выполнить калибровку 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.

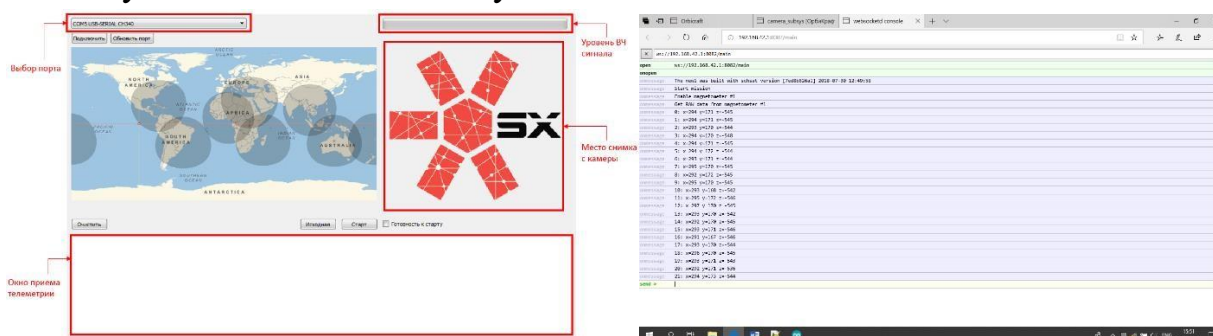


Рис. 9. Окно программы ЦУП (GroundControl_X) и образец проверки магнитометра

- При проведении автономных испытаний камеры полезной нагрузки добиться наиболее четких показателей резкости и фокусировки при помощи миры (см.приложение).

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. По каждому выполненному пункту произвести фиксацию в отчете с помощью PrintScreen монитора компьютера.

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

Команда участников продолжает разработку, сборку и проверку части радиоэлектронного оборудования:

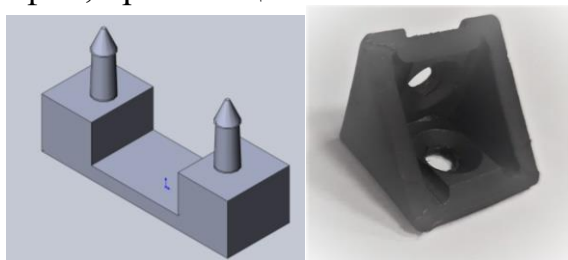
- системы раскрытия и управления солнечными панелями
- система управления ориентацией солнечными панелями;
- системы дополнительного энергообеспечения (стабилизатор напряжения)
- системы расчеховки, механического раскрытия, удержания в транспортном и рабочем положении модели передающей антенны.

Сборка, проверка работоспособности отдельных систем допускается вне чистой комнаты и осуществляется на рабочем столе радиомонтажника.

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 работы датчиков, систем, устройств, устанавливаемых на МКА.
- Разрабатывает программный код для проведения функциональных испытаний спутника, которые входят в соответствующий модуль конкурсного задания.
- С помощью программы-эмулятора проверить работоспособность скомпилированных кодов.

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



Модуль 5. Сборка спутника

После выполнения предыдущих модулей начинается сборка аппарата, которая выполняется в условно чистой комнате (комната с ограничением доступа и требованием соблюдать правила работы и нахождения в чистой комнате). Все необходимые приборы, конструктив, крепеж, инструмент и вспомогательная оснастка заносятся в чистую комнату. Кабели и жгуты сформированы, промаркированы. Спутник собирается согласно технологической карты сборки. До начала сборки необходимо закончить работы по конструированию и проектированию деталей, узлов, элементов, систем. Необходимо удалить предохранитель из соответствующего гнезда в СЭП и сдать его эксперту на площадке до окончания сборки МКА. Предохранитель должен быть возвращен участникам в момент первого включения МКА после сборки.

Полную сборку МКА в условно чистой комнате начинать только по мере готовности всех систем. Допускается сборка спутника и параллельное изготовление деталей на станке лазерной резки и печати на 3D принтерах.

Экспертами оценивается:

- Правильность финальной сборки аппарата и соответствие с ранее разработанной 3D моделью.
- Соответствие технологической карте
- Соответствие кабельной сети документации.
- Хомутовка кабельной сети к корпусу КА с помощью пластиковых клипс.
- Наличие контрольной проволоки на резьбовых соединениях крепления маховика к корпусу КА в нужном для этого направлении, отсутствие провисания контрольной проволоки и не затянутых резьбовых соединений.

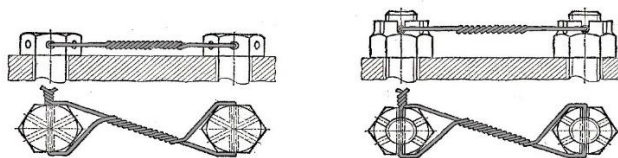


Рис. 18. Пример контролки резьбового соединения

- Использование заземляющих браслетов, защитных очков, халатов, комбинезонов, шапочек, бахил, перчаток.



Рис. 19. Индивидуальные средства защиты.

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

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:

- 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);
- Контрольное взвешивание готового изделия. По окончании работ на площадке необходимо предоставить таблицу масс всего МКА, с указанием расчетной массы из документации и фактически получившейся;
- осуществляют первое подключение к собранному спутнику и очистку памяти БКУ с помощью функции Clean-All с обязательной демонстрацией процесса на экране компьютера или центрального монитора на площадке.

Модуль 6. Полунатурные испытания МКА.

После допуска группой экспертов к функциональным испытаниям Инженер-программист подключает свой рабочий компьютер к центральному монитору в зоне

испытаний и выполняет пошаговое тестирование всех бортовых приборов в составе макета. Далее в аппарате тестируют следующие элементы по заложенной программистом циклограмме работы:

- маховик
- передатчики, приемники ВЧ и УКВ
- камеру
- СЭП
- солнечные датчики
- датчик угловой скорости
- магнитометр

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, центральном мониторе в зоне испытаний.

Модуль 7. Решение целевой задачи.

При выполнении модуля **системный программист** прошивает на борт программы, написанные им ранее и предоставляет экспертам к оценке испытания космического аппарата на аэродинамическом стенде или на подвесе:

- 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 в день С-2 значения времени и точности удержания корпуса аппарата.
- 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. Количество углов и их значения определяются в день С-2
- Включают прожектор и контролируют правильность реакции системы управления на источник света (должен начать разворачиваться на аэродинамическом подвесе в нужную сторону с использованием маховика или маховиков) по нескольким углам. Количество углов и их значения определяются в день С-2
- Работу бортовой системы управления по циклограмме: стабилизация, ориентация, фотографирование, передачу фотографии на Землю в Центр управления полетом
- Работу дополнительных устройств, подключенных к спутнику
- Работу системы раскрытия и поворота солнечных панелей

- Работу системы управления поворотом солнечных панелей
- Качество изображения, полученного с камеры: ориентация, четкость (исследуется при помощи миры)
- Число изображений, полученных за заданный интервал времени.

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, центральном мониторе в зоне испытаний.

Эксперты контролируют качество балансировки макета на аэродинамическом подвесе; точность измеряемых величин путем сравнения с эталонами; количественные и качественные 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, хотя в каждом конкретном случае состав оглавления может различаться.

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 КА

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. Разработка и проектирование печатных плат отдельных систем КА.	0	8	8
С	Проверка и программирование датчиков, систем МКА, целевой аппаратуры. Автономные испытания спутника.	0	15	15
Д	Изготовление, сборка, проверка работоспособности систем МКА. Разработка и отладка программного кода полной циклограммы работы МКА.	0	10	10
Е	Сборка спутника	0	7	7
Ф	Полунатурные испытания МКА.	0	20	20
Г	Решение целевой задачи.	0	20	20
Н	Бережливое производство. Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места	0	3	3
Итого =		0	100	100

5. ПРИЛОЖЕНИЯ К КОНКУРСНОМУ ЗАДАНИЮ

Приложение

Данные заполняются и утверждаются экспертами в день С-2 в качестве 30% изменения КЗ

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

1. Использование магнитной рамки

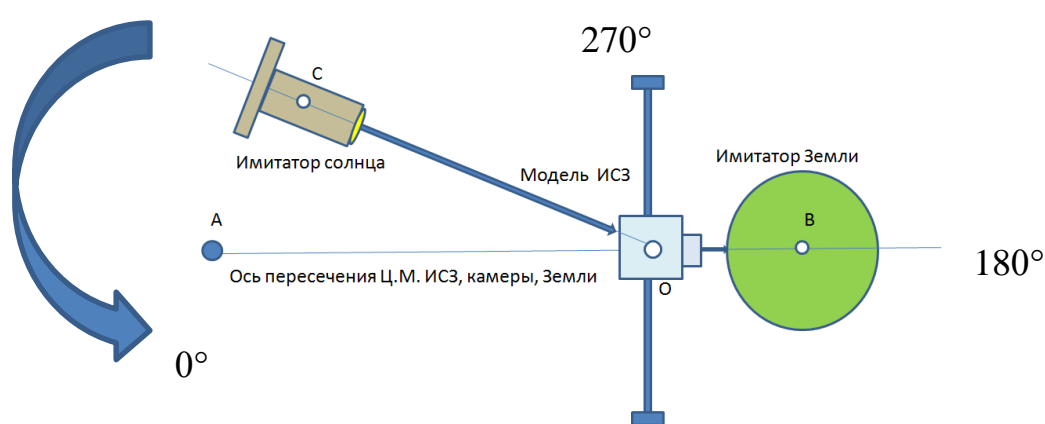
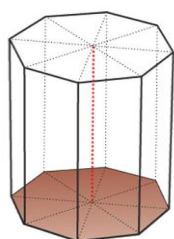


Рис.1.1 – Схема использования магнитной рамки

Пример задания:

1. Угол АОС равен 0° ($+10^\circ \dots -10^\circ$)
2. Угол АОС равен 54° ($+10^\circ \dots -10^\circ$)
3. Угол АОС равен 300° ($+10^\circ \dots -10^\circ$)

Моделирование корпуса КА:



Моделирование необходимо выполнить по имеющемуся шаблону (образцу) корпуса КА – правильного восьмиугольника с средней полкой с учетом увеличения ширины боковой стенки на ____ мм и внесением соответствующих изменений в конструкцию корпуса КА для последующего изготовления на станке лазерной резки.

1. Верхнее основание - 1 шт
2. Средняя полка – 1 шт

3. Нижнее основание – 1 шт
4. Боковая стенка – 8 шт
5. Резьбовое соединение – винт + шайба + гайка.

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

1. Уголок для крепления по количеству отверстий крепления.
2. Система крепления солнечных панелей.
3. Система крепления резервной СЭП, Arduino Shield, реле для подключения устройства для пережигания нити системы раскрытия СП.
4. Подшипник аэродинамического подвеса.
5. Посадочная панель для подшипника аэродинамического подвеса.

Система резервного питания:

- Параметры стабилизатора напряжения: $U_{вх} = 14...36$ В; $U_{вых} = 8,8$ В; $I_{вых} = 1,5$ А;
- Рассчитать площадь радиатора для охлаждения микросхемы стабилизатора напряжения;
- Рассчитать сопротивление токоограничивающего резистора для светодиода АЛ307
- Подключить передатчик Arduino 433МГц в качестве нагрузки к солнечным панелям и в заданной программной ориентации передать сообщение «Solar panels are correct!». Принять сообщение на приемник

Размер рабочего поля оборудования, применяемого в изготовлении корпуса КА:

- Рабочее поле 3D принтеров – 180X180 мм
- Рабочее поле станка для лазерной резки – 600X400 мм
- Рабочее поле фрезерного станка – 100X100 мм

Отчет о проведении соревнований

Название чемпионата:

Рабочее место № _____

Распределение ролей участников в команде:

[illegible]

Дата _____

Отчет о разработке бортовой кабельной сети

Цель: разработка бортовой кабельной сети спутника

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

№ шлейфа	Наименование соединяемых блоков (датчиков)	Длина в 3D- модели, мм	Длина с допуском, мм

I. Изготовление кабелей и шлейфов.

1. Фото: пайка кабеля, результат
2. Фото: обжимка шлейфов, результат
3. Общая масса всех шлейфов и проводов, грамм

II. Отчет о проведении 3D-проектирования спутника

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

1. Картинка: общий вид путника, картинка в изометрии, положение камеры
2. Картинка: общий вид спутника с указанием приборов стрелками,
3. Картинка: указание связанных осей систем координат с центом в центре масс
4. Картинка: Print Screen с программы моделирования с табличкой массовые характеристики.
5. Таблица центра координат центра масс спутника

	Координаты центра масс, мм	Допуск, не более \pm , мм
X		-10..+10
Y		-10..+10
Z		-100..-200

6. Тензор инерции, кг*м²

	X	Y	Z
X			
Y			
Z			

III. Расчет массы аппарата

1. Масса аппарата по 3D модели, кг
2. Реальная масса аппарата (с учетом массы шлейфов), г

IV. Отчет о разработке алгоритма стабилизации

Цель: разработка алгоритма стабилизации спутника

1. Зачем нужен алгоритм: **описание**
2. Картинка: принципиальная блок схема работы (алгоритм)

Общий алгоритм работы КА на орбите должен включать в себя:

- алгоритм работы системы стабилизации КА
 - алгоритм работы системы ориентации КА
 - алгоритм работы раскрытия солнечных панелей КА
 - алгоритм работы полезной нагрузки КА
3. Картинка: системы координат, установка датчиков ориентации
 4. Таблица: расположение датчиков Солнца

Номер датчика	Ось спутника	Ориентация	Примечания
1			
2			
3			
4			

5. Таблица: расположение измерительных осей магнитометра

Ось датчика	Ось спутника	Примечания
X		
Y		
Z		

6. Таблица: расположение измерительных осей датчика угловых скоростей

Ось датчика	Ось спутника	Примечания
X		
Y		
Z		

V. Отчет о разработке программного кода.

1. 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)

Приложение № 4.

Перечень информации, хранящейся в папке для участников чемпионата.

1. Папка для выполнения задания конструктора-проектировщика:
 - 3D-модели (.SLDDRT) датчиков и систем набор конструктора спутника «Орбикрафт»
2. Папка для выполнения задания радиоинженера
 - SX-Modeler
 - OBC
 - Ground_Control_X
 - Driver
3. Папка для выполнения задания программиста:
 - notepad_r115
 - notepad_r118
 - Arduino ID
 - Описание функций_ примеры кодов_C_Python
 - Библиотека для взаимодействия Arduino и конструктора ОрбиКрафт
 - Schsat-GUI Актуальная версия прошивки GUI Web-интерфейса бортового компьютера (от30.07.2018).
 - Libschsat Обновление стандартной библиотеки функций.
 - Libschsat_Ard Обновление стандартной библиотеки функций с функциями для управления **Arduino** (beta).
4. Папка вспомогательных программ:
 - Apache_OpenOffice
 - WinRar
 - Sprint layout
 - Zenit
5. Конкурсная документация
 - Основное конкурсное задание
 - Измененное конкурсное задание (30 %%, Приложение №1 и Приложение №2)
 - Отчет о выполнении конкурсного задания (Приложение №3)
6. Общая документация
 - Техническое описание
 - Кодекс этики
 - Инструкция ТБ и ОТ
 - Регламент Том А
 - Регламент Том В

Список рекомендуемых программ и сайтов

Ниже перечислены ссылки на интернет ресурсы для поиска информации, скачивания программ, необходимых для обучения, подготовки, проведения чемпионатов:

1. Сайт описания работы конструктора:
 - <http://www.orbcraft.sputnix.ru/doku.php>
2. Необходимое ПО для работы с конструктором «Орбикрафт»:
 - <http://www.orbcraft.sputnix.ru/doku.php?id=software>
3. ПО открытого численного моделирования SX_Modeler, Orbit Control (OBC):
 - <https://sourceforge.net/projects/sputnixsatellit/files/?source=navbar>
4. Сайт для работы с Arduino_IDE:
 - <https://www.arduino.cc/>
5. ПО твердотельного моделирования SolidWorks:
 - <http://www.solidworks.ru/>
6. ПО 3D моделирования 3D-Max:
 - <https://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview>
7. ПО для тепловых расчетов:
 - <https://sourceforge.net/p/thorium/wiki/Home/>
 - <https://www.laduga.ru/salome/index.shtml>
8. ПО для трассировки плат:
 - <http://www.zenitpcb.com>
 - <http://www.PiCad.com>
 - <http://www.abacom-online.de/uk/html/sprint-layout.html>
9. ПО для предварительной оценки стоимости Small Satellite Cost Model:
 - <http://www.aerospace.org/research/space-systems-infrastructure/small-satellite-cost-model/>
10. Сайт Earth Observation Portal о составе и конструкции спутников:
 - <https://eoportal.org/web/eoportal/home>
11. Сайт о наблюдении за Землей: <https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps>
12. Сайт о проведении калибровки магнетометра:
 - <http://robotclass.ru/articles/magnetometer-and-compass/>
 - <https://sites.google.com/site/diyheadtracking/home/kalibrovka-sensorov/magnetometr-calibration>
13. ПО для моделирования профилей Slicer 360:
 - <https://apps.autodesk.com/FUSION/en/Detail/Index?id=8699194120463301363&os=Win64&appLang=en>