

ТИПОВОЕ КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ
ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЧЕМПИОНАТА
чемпионатного цикла 2021-2022гг
компетенции
«НАИМЕНОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ»
для основной возрастной категории
16-22 года

Конкурсное задание включает в себя следующие разделы:

1. Форма участия в конкурсе:	2
2. Общее время на выполнение задания:	2
3. Задание для конкурса	2
4. Модули задания и необходимое время	5
5. Критерии оценки.	25
6. Приложения к заданию.	26

1. **Форма участия в конкурсе:** Командный конкурс – 3 человека в команде, роли распределяются самостоятельным решением конкурсантами и связаны с выполняемыми трудовыми функциями на конкурсной площадке:

- Конструктор – проектировщик;
- Радиоэлектронщик – схемотехник;
- Системный программист.

2. **Общее время на выполнение задания:** 22 ч.

3. **Задание для конкурса**

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 аппарата, изготовить корпус, разработать часть электронного оборудования, осуществить сборку функционального макета и провести основные автономные и полунатурные испытания, выполнить инженерные расчеты и провести имитационное моделирование малого космического аппарата (МКА), составить и заполнить документацию.

Также они выполняют программирование бортового компьютера для обеспечения целевой задачи. В ходе соревнований конкурсанты осуществляют разработку, изготовление и сборку части электронных устройств, трассировку плат, пайку, выполняются работы на фрезерном станке, 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, 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 магнитного поля Земли (магнитная рамка). Работу модели космического аппарата необходимо продемонстрировать в полной циклограмме работы МКА.

4. Модули задания и необходимое время

Таблица 1.

Наименование модуля		Соревновательный день (C1, C2, C3)	Время на задание
A	3D-проектирование компоновки МКА.	C1	8 часов
B	Разработка технологической карты сборки функциональной модели космического аппарата. Расчет и проектирование отдельных систем МКА.	C1	
C	Проверка и программирование датчиков, систем МКА, целевой аппаратуры. Автономные испытания датчиков и систем спутника	C1	
D	Разработка и отладка программного кода полной циклограммы работы МКА. Изготовление, сборка, проверка работоспособности систем МКА.	C2	8 часов
E	Сборка спутника	C2	
F	Полунатурные испытания МКА.	C3	5,5 часа

G	Решение целевой задачи.	C3	
H	Бережливое производство. Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места	C3	0,5 часа

Перед выполнением конкурсного задания необходимо выполнить планирование всех производимых видов работ, расчетов, вычислений полным составом команды - тремя участниками. Команда должна продумать общую концепцию работы, примерное время на выполнение модуля, определить ответственного за его выполнение, распределить обязанности четырех трудовых функций для трех человек и роли по трудовым функциям внутри группы и по конкурсным дням, о чем сделать соответствующие записи в Приложении итогового отчета. 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 C1 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 3 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 и «**Для фрезеровки**» для фрезерного станка.

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

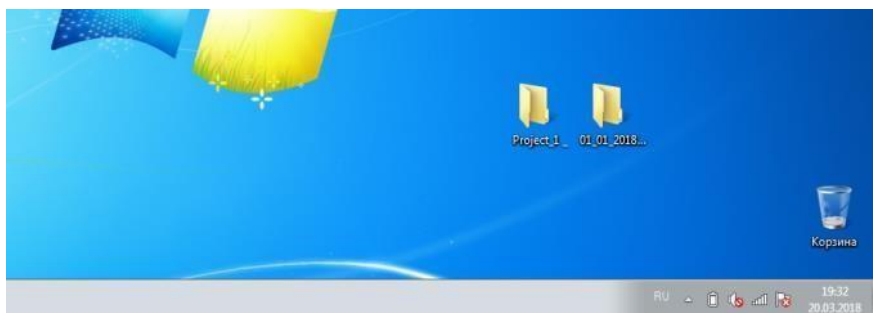


Рис. 5. Образец созданных папок на рабочем столе компьютера участника

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.

Модуль А: 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. 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). 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 и 3D принтера возложить на технического эксперта, который изготовит эти детали по моделям участников. Параметры рабочего материала и размеров рабочих столов и поверхностей этого оборудования указываются в день С-2 (Для печати: Пластик ABS, рабочий стол 180X180 mm. Для резки: акрил, полированная фанера, рабочее поле лазерного станка 700X500 mm)

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, используя один из способов, утверждаемый в день 30% изменения конкурсного задания:

1. свободное проектирование компоновки и общего вида спутника
2. прототипирование представленного образца,
3. чертеж

и опираться на:

- собственные знания, навыки, умения, приобретенные в результате освоения профессии,
- критерий массы,
- требуемые функции МКА (малый космический аппарат),

- ограничений по производству (поля станков, материал),
- время и т.д.

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

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 $-10 \dots +10$ 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 плоскости, а сборку деталей в программе необходимо начинать от точки подвеса – от центра масс подшипника аэродинамического подвеса.

Проходит в несколько основных этапов:

- 3D-проектирование резьбовых соединений. Сборка резьбового соединения должна быть выполнена для каждого соединения этого типа и включать следующий порядок деталей: винт, шайба, шайба, гайка, если не предусмотрен другой тип резьбового соединения
- 3D-проектирование элементов крепления корпуса (каркаса) спутника
- 3D-проектирование конструкции корпуса спутника. Детали, узлы, элементы конструкции и крепления корпуса, выполненные в 3D-программе, должны соответствовать материалу изготовления и цветовой гамме образцов. Технологические отверстия, скругления, фаски, прорези 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):



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

Модель самого стенда аэродинамического подвеса прототипировать не требуется.

- 3D-сборку моделей систем, датчиков, устройств, входящих в состав набора спутника.
- 3D-сборку моделей дополнительных систем и устройств, устанавливаемых на спутник.
- система раскрытия и поворота солнечными панелями и система управления для нее;
- систем расчеховки, механического раскрытия, поворота, удержания в транспортном и рабочем положении рефлектора. Кривизна поверхности зеркала рефлектора не рассчитывается. Размер рабочего поля 3D принтера – 180X180 мм

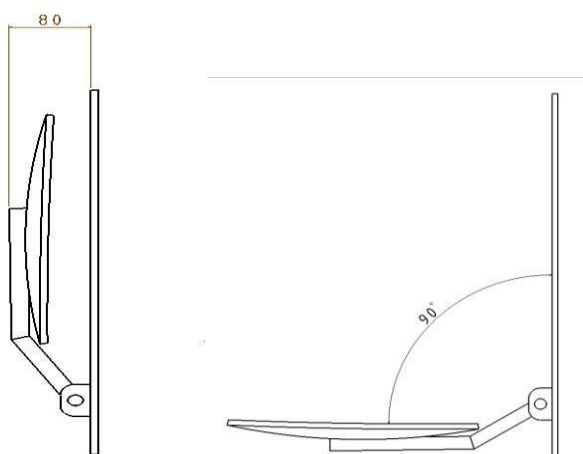


Рис.7. Рефлектор

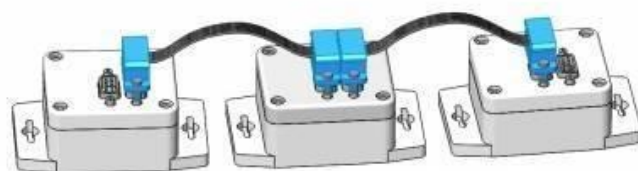
Также необходимо учитывать особенности взаимного расположения отдельных систем, датчиков, устройств; поля и углы зрения датчиков, их состав

и количество для обеспечения работоспособности КА и выполнения поставленной задачи;

- 3D-сборку моделей целевой аппаратуры спутника
- 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»)
- Проектирование бортовой кабельной сети с указанием наименования соединяемых датчиков, номера и длины шлейфа. Измерение программными средствами длины шлейфов и кабелей в соответствии с выполненной сборкой в 3D-модели. Необходимо составить структурную схему соединений на борту с указанием привязки к датчику и размеру шлейфа. Также необходимо учесть допуск на монтаж шлейфа в разъемы, трассировку кабельной сети:

№ шлейфа	Наименование соединяемых блоков (датчиков)	Длина в 3D-модели, мм	Длина с допуском 50, мм
1.			
2.			
...			
n			

- Составить правильную блок-схему расположения всех устройств и систем на корпусе спутника по 3D-модели с указанием контактов на устройствах и датчиках, а также номеров контактов разъемов.



-
- Рис.8. Блок-схема соединений датчиков «Орбикрафт»
- Выполнить все расчеты. Заполнить данные в таблице Приложения отчета.

- Во время выполнения этого модуля задания, инженер-конструктор передает техническому эксперту площадки количество, порядок и приоритет на изготовление деталей на станке лазерной резки и на 3D принтере, при необходимости параметры 3D печати (заполнение и др.).

Печать деталей на 3D принтере можно начинать во время выполнения модуля, а резку деталей на станке лазерной резки и изготовление ПП – только после окончания конкурсного дня.

Модуль В: Разработка технологической карты сборки функциональной модели космического аппарата. Расчет и проектирование отдельных систем МКА.

Дать название разрабатываемому малому космическому аппарату любым известным способом и в дальнейшем использовать эту аббревиатуру, составить список условных сокращений и аббревиатур, используемых в документации.

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:

- Чертеж общего вида, где будут представлены название спутника, три вида и изометрия (общий вид) сборки, габаритные размеры;
- спецификация;
- материалы;
- инструменты и оборудование, используемые при сборке КА;
- анализ возможности разделения трудовых процессов на многопоточность;
- рекомендации к сборке, конструктивные особенности;

Расчет и разработка дополнительного параметрического стабилизированного источника питания.

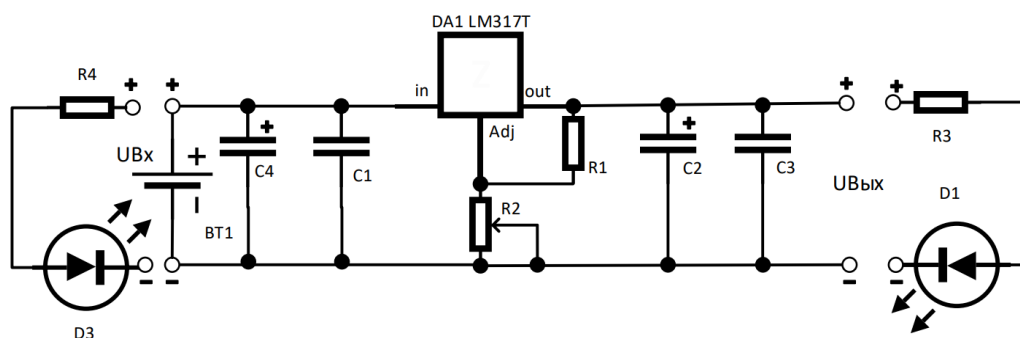


Рис. 13. Стабилизатор напряжения

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 один или два СЭП из набора конструктора спутника «Орбикрафт».

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 (С-2).

После успешного проектирования печатной платы в специализированном ПО необходимо сохранить результат работы в форматах, необходимом для фрезерования и сверловки печатной платы на фрезерном станке (параметры и данные фрезерного станка заполняются экспертами в день 30% изменения конкурсного задания)

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 и расчет токоограничивающего сопротивления для светодиода. В качестве теплоотводящего материала используется алюминиевый Г-образный или П-образный профиль с толщиной стенки 1 ... 3 мм.

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.

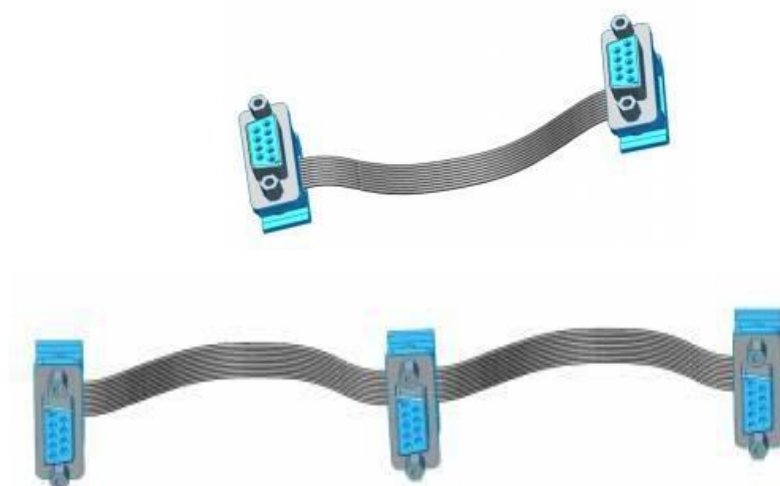


Рис. 9. Образец шлейфов с разъемами DB-9F(M) под обжимку

Экспертами оценивается:

- Соответствие количества изготовленных кабелей проекту бортовой кабельной сети.
- 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.
- Жгутовка проводов (жгут проводов должен содержать 2 отрезка по 30 мм термоусадочной трубки через равные промежутки между ними),
- 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.

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:

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 МКА системы раскрытия и управления солнечных батарей и систему энергоснабжения для нее.

Перечень работ:

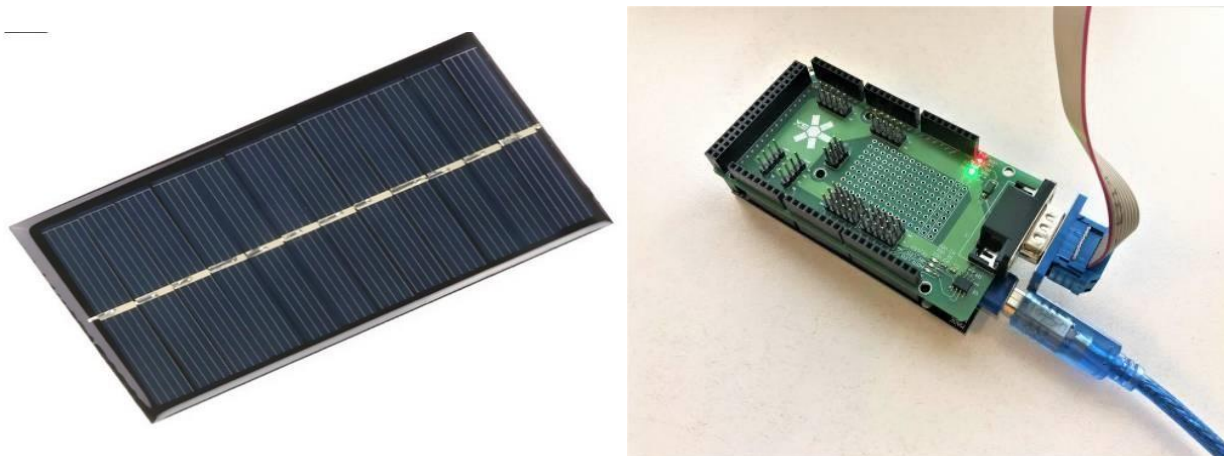


Рис. 10. Солнечная панель и плата расширения Arduino

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

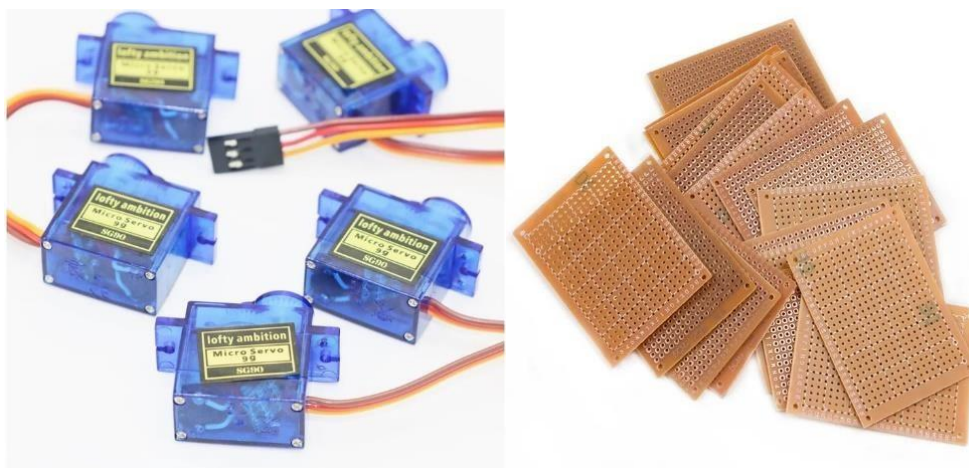


Рис. 11. Сервоприводы и монтажные платы для пайки

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

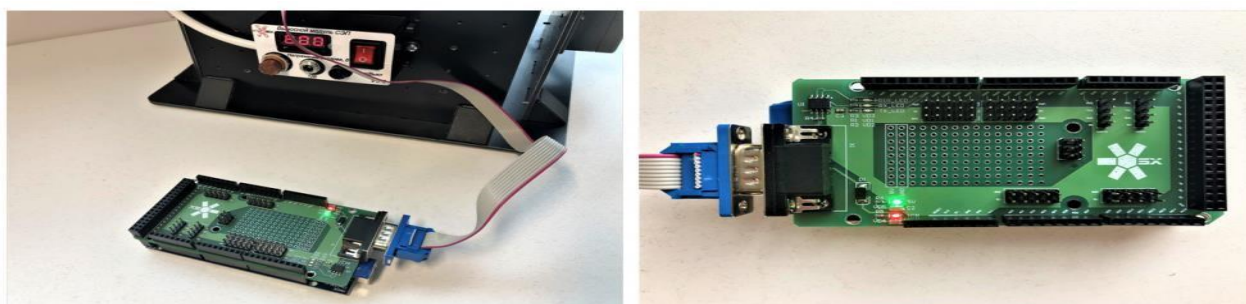


Рис.12. Подключение платы расширения Arduino в бортовую сеть спутника

Модуль С: Проверка и программирование датчиков, систем МКА, целевой аппаратуры. Автономные испытания 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. При проведении автономных испытаний возможно использование отдельно изготовленных или имеющихся в наличии шлейфов (не менее 5 шт.) для проверки датчиков и не запрещается

использовать стандартные элементы корпуса конструктора спутника «Орбикрафт».

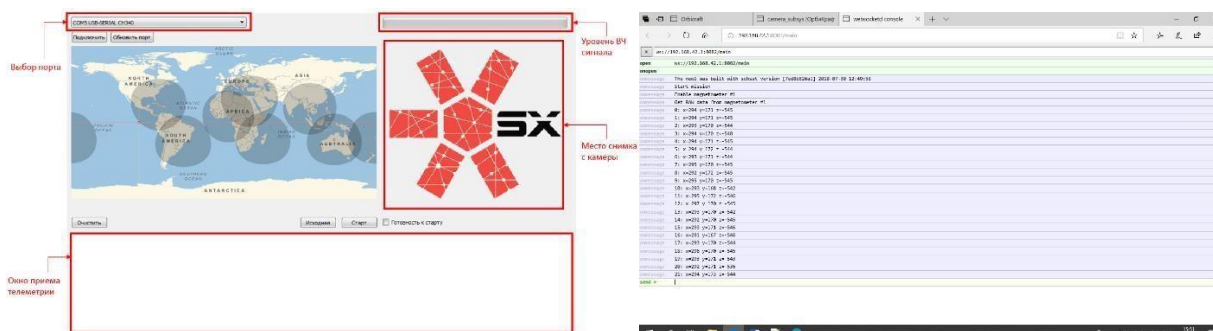


Рис. 9. Окно программы ЦУП (GroundControlX) и образец проверки магнитометра

- Произвести калибровку датчика угловой скорости, 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 миры.

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

Команда продолжает выполнение задания по обеспечению работоспособности систем и устройств собираемой модели спутника.

Используя ранее разработанный общий алгоритм работы КА на орбите, разрабатывает программный код для совместной корректной и правильной работы датчиков, систем, устройств, устанавливаемых на МКА и разрабатывает программный код для проведения функциональных испытаний спутника, которые входят в соответствующий модуль конкурсного задания.

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

Радиоэлектронщик-схемотехник продолжает изготовление части радиоэлектронных систем. Перечень выполняемых операций:

- Лужение проводов для пайки
- Пайка кабеля
- Пайка радиоэлектронных компонентов разработанного стабилизатора напряжения
- Сборка и пайка печатной или макетной платы с микроконтроллером, датчиками, сервоприводами, полный перечень которых указывается в день С-2

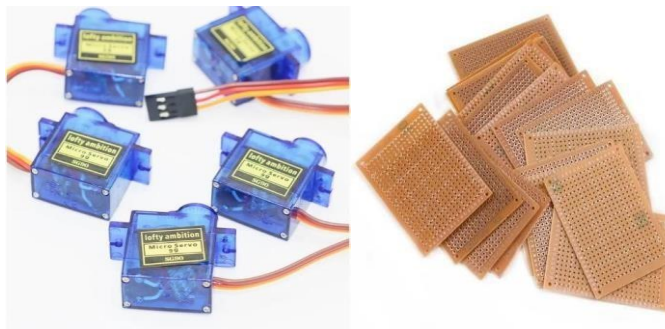


Рис. 13. Сервоприводы и монтажные платы для пайки

- Сборка устройства системы раскрытия и управления поворотом СБ
- Сборка устройства системы раскрытия и управления поворотом рефлектором
- Автономные испытания системы раскрытия солнечных панелей (фиксация техническим экспертом)
- Автономные испытания системы пережигания нити для раскрытия солнечных панелей (фиксация экспертами)
- Адаптация всех собранных и разработанных систем с корпусом КА

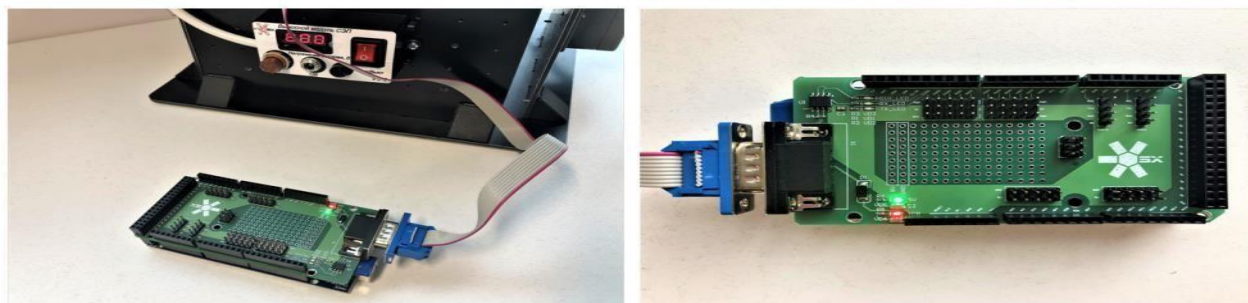


Рис.14. Подключение платы расширения Shield Arduino Mega 2560 в бортовую сеть спутника

- Заполнение соответствующих пунктов отчета в приложении

Модуль Е: Сборка спутника

Сборку полного макета спутника возможно начинать в помещении условно-чистой комнаты только по готовности всех отдельных узлов и деталей, систем согласно технологической карты сборки. Сборку отдельных систем и устройств модели МКА возможно производить на рабочем месте радиоинженера-схемотехника, по мере готовности к монтажу этих систем. Перед сборкой спутника необходимо закончить работы по изготовлению этих 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». Необходимо извлечь предохранитель из гнезда на блоке системы энергопитания (СЭП) во избежание включения аппарата в условно-чистой комнате. Собранная система крепления солнечных панелей должна быть установлена в транспортном положении.

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 рабочем месте в соответствии с ранее разработанной моделью. Экспертами оценивается:

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

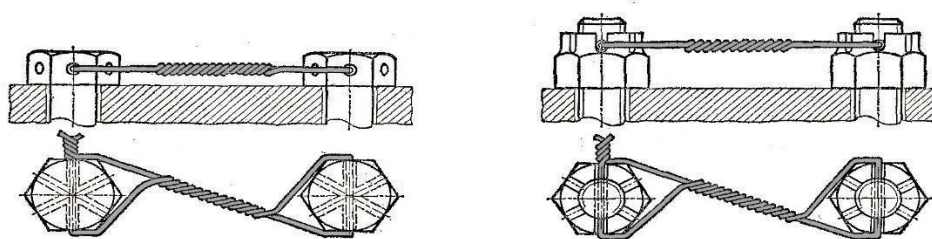


Рис. 15. Пример контролки резьбового соединения.

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



Рис. 16. Индивидуальные средства защиты.

Итог сборки: спутник собран, проверен, стоит в «чистой комнате» в ожидании этапа проведения процедуры допуска экспертами к проведению комплексных испытаний на стенде полунатурного моделирования.

Модуль F. 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 полный сброс данных на БКУ (используя функцию Clean All) спутника с последующим пошаговым тестированием следующих бортовых приборов в составе макета:

- маховик
- солнечные датчики
- датчик угловой скорости
- магнитометр
- камера и ВЧ-передатчик (произвести очистку полученных фотографий из папки FTP в программе GroundControlX)

Необходимым условием тестирования является демонстрация числа итераций, полученных значений и данных во время выполнения кода программы на экране компьютера или центральном мониторе в зоне испытаний.

Модуль G. 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
- Стабилизация спутника и заданные значения времени и точности удержания корпуса аппарата (10 секунд). Получение контрольных снимков с камеры ДЗЗ (не менее 3 шт)

- 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). Изменение угла производят поворотом имитатора магнитного поля, камера ориентирована на имитатор Земли.
- 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). Изменение угла производят перемещением имитатора Солнца, камера ориентирована на имитатор Земли.
- Работу системы раскрытия, поворота и управления ориентацией солнечных панелей на источник освещения.
- Работу системы механического раскрытия рефлектора
- Качество изображения, полученного с камеры: ориентация, четкость (исследуется при помощи микроскопа)
- Работу бортовой системы управления по циклограмме:
 УСПОКОЕНИЕ – СТАБИЛИЗАЦИЯ – РАСКРЫТИЕ МЕХ.УСТРОЙСТВ
 (СИСТЕМА РАСКРЫТИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПОВОРОТОМ) -
 ОРИЕНТАЦИЯ – РАБОТА ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ (входит в изменение 30
 % в день С-2).

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 Н. Бережливое производство. Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места

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 конкурсанту. Эти условия труда должны иметь рациональную планировку и бесперебойное выполнение функций всеми участниками в команде.

5. Критерии оценки.

Таблица 2.

Критерий		Баллы		
		Судейские аспекты	Объективная оценка	Общая оценка
A	3D-проектирование компоновки КА.	0	15	15
B	Разработка технологической карты сборки функциональной модели космического аппарата. Разработка и проектирование печатных плат отдельных систем КА.	0	10	10
C	Проверка и программирование датчиков, систем МКА, целевой аппаратуры. Автономные испытания спутника.	0	15	15
D	Изготовление, сборка, проверка работоспособности систем МКА. Разработка	0	10	10

	и отладка программного кода полной циклограммы работы МКА.			
E	Сборка спутника	0	10	10
F	Полунатурные испытания КА.	0	17	17
G	Решение целевой задачи.	0	18	20
H	Бережливое производство. Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места	0	5	5
Итого		0	100	100

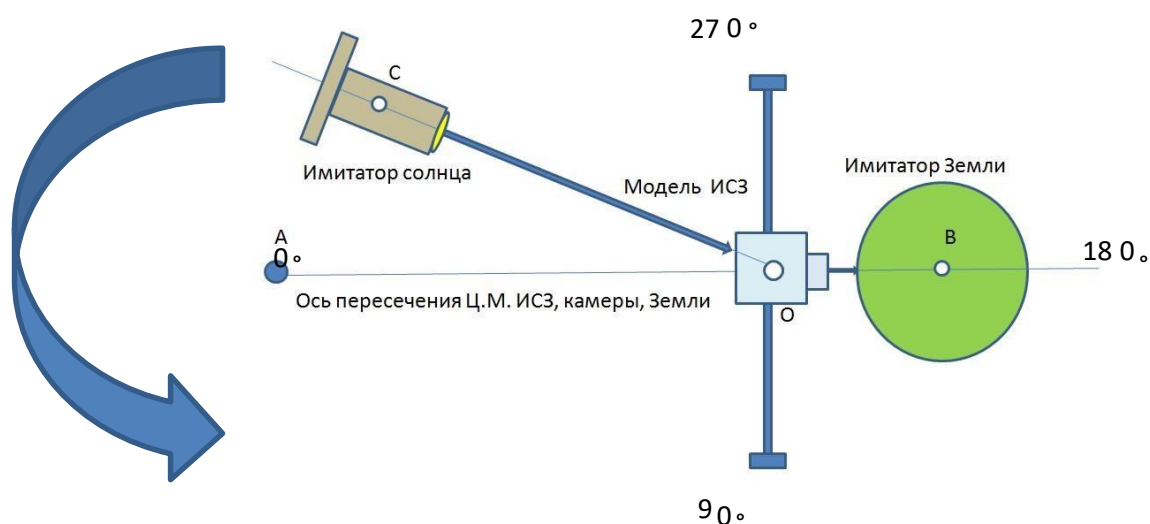
6. Приложения к заданию.

Приложение №1.

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

Схема взаимного расположения искусственного спутника Земли (ИСЗ), места

1. Использование магнитной рамки



съёмки и углов выставления имитатора солнца

Рис.1.1 – Схема использования магнитной рамки

Пример задания (камера направлена на имитатор Земли):

1. Угол АОС равен 0°
2. Угол АОС равен 35°
3. Угол АОС равен 350°

Моделирование корпуса МКА:

1. Свободное моделирование корпуса МКА. Параметры задаются в день С-2.
2. Моделирование элементов системы раскрытия, поворота солнечных панелей и рефлектора, крепления систем и датчиков спутника с последующим изготовлением на конкурсной площадке.

Система резервного питания:

- Входное напряжение $U_{вх} = 14.8$ Вольт
- Выходное напряжение стабилизатора напряжения $U_{вых} = 8,9$ Вольт; ($\pm 0,5$ Вольт)
- Рассчитать площадь радиатора для охлаждения силового узла стабилизатора напряжения;
- Рассчитать длину нихромовой проволоки для пережигания нити системы раскрытия и управления поворотом СБ

Материал для изготовления:

- Материал акриловое стекло, полированная фанера – для работы в SolidWorks
- Материал «ABS» – для 3D печати
- Материал «Акриловое стекло, дерево» - станок для лазерной резки
- Материал «акриловое стекло, полированная фанера» - станок для лазерной резки
- Рабочее поле 3D принтеров – $180 \times 180 \times 180$ мм
- Рабочее поле станка для лазерной резки – 700×500 мм

4. Таблица длин кабельных переходов и соединений

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

II. Изготовление кабелей и шлейфов.

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

III. 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 программы моделирования таблички 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		0...-50

IV. Расчет массы аппарата

1. Масса аппарата по 3D модели, кг

2. Реальная полная масса аппарата, г _____

3. Таблица взвешивания деталей конструкции, датчиков, узлов, систем МКА, подвеса и транспортировки.

№	Наименование детали или устройства	Вес, грамм	Примечание

V. Разработка технологической карты сборки модели КА

Обозначить последовательность сборки полной модели функционального прототипа малого космического аппарата

VI. Отчет о разработке схемы работы (алгоритма) спутника

Цель: разработка схемы работы программы

1. Зачем нужна схема работы: описание

2. Картинка: принципиальная блок схема работы (алгоритм)

3. Картинка: системы координат, установка датчиков ориентации

VII. 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)