

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
КОМПЕТЕНЦИИ
Инженерия космических систем

Организация Союз «Молодые профессионалы (Ворлдскиллс Россия)» (далее WSR) в соответствии с уставом организации и правилами проведения конкурсов установила нижеизложенные необходимые требования владения этим профессиональным навыком для участия в соревнованиях по компетенции.

Техническое описание включает в себя следующие разделы:

1. ВВЕДЕНИЕ.....	3
1.1. НАЗВАНИЕ И ОПИСАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ	3
1.2. ВАЖНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА.....	3
1.3. АССОЦИИРОВАННЫЕ ДОКУМЕНТЫ	11
2. СПЕЦИФИКАЦИЯ СТАНДАРТА WORLDSKILLS (WSSS).....	12
2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СПЕЦИФИКАЦИИ СТАНДАРТОВ WORLDSKILLS (WSSS)	12
3. ОЦЕНОЧНАЯ СТРАТЕГИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ	17
3.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	17
4. СХЕМА ВЫСТАВЛЕНИЯ ОЦЕНКИ	18
4.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ.....	18
4.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ.....	19
4.3. СУБКРИТЕРИИ	20
4.4. АСПЕКТЫ	20
4.5. МНЕНИЕ СУДЕЙ (СУДЕЙСКАЯ ОЦЕНКА).....	21
4.6. ИЗМЕРИМАЯ ОЦЕНКА	22
4.7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРИМЫХ И СУДЕЙСКИХ ОЦЕНОК	22
4.8. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ.....	22
4.9. РЕГЛАМЕНТ ОЦЕНКИ	23
5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ	23
5.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ.....	23
5.2. СТРУКТУРА КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ	23
5.3. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ.....	24
5.4. РАЗРАБОТКА КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ	48
5.5. УТВЕРЖДЕНИЕ КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ.....	50
5.6. СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА И ИНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ	50
6. УПРАВЛЕНИЕ КОМПЕТЕНЦИЕЙ И ОБЩЕНИЕ	51
6.1 ДИСКУССИОННЫЙ ФОРУМ	51
6.2. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ ЧЕМПИОНАТА	51
6.3. АРХИВ КОНКУРСНЫХ ЗАДАНИЙ	51

6.4. УПРАВЛЕНИЕ КОМПЕТЕНЦИЕЙ.....	51
7. ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ	52
7.1 ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЧЕМПИОНАТЕ	52
7.2 СПЕЦИФИЧНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КОМПЕТЕНЦИИ	52
8. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	52
8.1. ИНФРАСТРУКТУРНЫЙ ЛИСТ.....	52
8.2. МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ ЯЩИКЕ (ТУЛБОКС, TOOLBOX).....	53
8.3. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, ЗАПРЕЩЕННЫЕ НА ПЛОЩАДКЕ.....	53
8.4. ПРЕДЛАГАЕМАЯ СХЕМА КОНКУРСНОЙ ПЛОЩАДКИ.....	53
9. ОСОБЫЕ ПРАВИЛА ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ 14-16 ЛЕТ	55

Copyright © 2018 СОЮЗ «ВОРЛДСКИЛЛС РОССИЯ»

Все права защищены

Любое воспроизведение, переработка, копирование, распространение текстовой информации или графических изображений в любом другом документе, в том числе электронном, на сайте или их размещение для последующего воспроизведения или распространения запрещено правообладателем и может быть осуществлено только с его письменного согласия

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. НАЗВАНИЕ И ОПИСАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

1.1.1 Название профессиональной компетенции:

Инженерия космических систем

1.1.2 Описание профессиональной компетенции.

Стремительное развитие микроэлектронных и информационных технологий позволило создавать коммерчески успешные сервисы для наземных потребителей на базе малых космических аппаратов – микроспутников. Такие аппараты решают задачи связи, дистанционного зондирования Земли, проведения технологических экспериментов на орбите, успешно дополняя, а в некоторых случаях и заменяя собой большие спутниковые системы, традиционно продолжающие занимать свои ниши на рынке космических услуг. В мире в целом и в России в частности появляются космические компании, внедряющие новые технологии разработки, эксплуатации космических аппаратов, и коммерциализации результатов их деятельности.

Новая идеология космоса, связанная с созданием силами небольшой команды эффективных недорогих малых космических аппаратов, запускаемых в качестве попутных полезных грузов, радикальным образом меняет требования к сотрудникам современных космических предприятий, которые хотят добиться успехов в этой области.

Поскольку сложность задач, решаемых при создании малых спутников, часто бывает сопоставима со сложностями при создании больших аппаратов, коллектив должен состоять из высококвалифицированных инженеров, исследователей, администраторов, способных в сжатые сроки определить потребности рынка, понять возможности их решения с помощью космических систем, понять коммерческие перспективы проекта, определить круг потенциальных потребителей, составить техническое задание, собрать команду

проекта, провести необходимые поисковые работы, выполнить проектирование и производство космической системы, а также ее испытания и развертывание. В силу малости команды каждый разработчик имеет широкие полномочия в принятии решений, несет полную ответственность за существенную часть работ по проекту, ведя свою системную задачу от идеи и до эксплуатации на орбите.

Поэтому современному специалисту в области инженерии космических систем требуется владеть основами методов проектирования полезных нагрузок и служебных систем космических аппаратов, знать основы баллистики, динамики космического полета, теории надежности, принципов проведения испытаний, иметь представление об электронике, материаловедении и даже основах экономики и организации труда.

Будущее космических аппаратов – в том числе за созданием спутников из стандартных унифицированных компонент, серийно производимых на конвейере. Это сильно удешевит разработку космической техники, ускорит создание автоматических космических аппаратов для выполнения стандартных прикладных задач, таких как ДЗЗ, связь, навигация, научно-образовательные и технологические эксперименты. Такие аппараты должны будут иметь возможность быть собраны на Земле или, например, на орбитальной станции для обеспечения работы на околоземной орбите заданной полезной нагрузки, двумя или тремя инженерами в течение нескольких дней. Все приборы, используемые для сборки спутника, должны быстро тестироваться, просто соединяться между собой с использованием универсальных стандартизованных интерфейсов, использовать открытые информационные протоколы и открытое программное обеспечение, обслуживаться автоматизированными комплексами предстартовой проверки и управления.

Аппарат собирается «по требованию» из компонент, хранящихся на складе, например, в случае возникновения ЧС и необходимости его срочного на орбиту либо попутным запуском, либо носителем, специально находящимся на дежурстве. Кроме быстрой сборки, аппарат должен иметь возможность быть

быстро испытан и адаптирован на ступень ракеты-носителя после запуска быть совместим с имеющейся наземной и уже развернутой к тому времени орбитальной инфраструктурами.

Для инженеров, участвующих в сборке, это должно быть рутинным, максимально автоматизированным процессом. Тем не менее, специалисты, принимающие участие в разработке аппарата, его сборке и подготовке к старту, должны будут продолжателями традиций разработки современных малых спутников, обладая глубокими знаниями и умениями в области системного проектирования, электроники, разработки и тестирования программного обеспечения, конструкторских разработок, чтобы оперативно решать конкретные задачи адаптации полезной нагрузки, компоновки, прочности, теплового и энергобаланса, а также уметь справляться с неожиданными проблемами, которые неизбежно возникают при работе со сложной техникой.

Весь рутинный процесс создания спутника существует в такой идеологии: это выбор полезной нагрузки, а также компонент из стандартного набора для обеспечения ее работы по заданной программе, сборки спутника из компонент, его комплексных испытаний – функциональных, механических - адаптации на носитель и запуска и эксплуатации. Именно для демонстрации возможностей этих процессов, популяризации данной концепции создания спутников, и предназначены соревнования компетенции инженера космических систем.

Теоретические знания.

Теоретические знания необходимы, но они не подвергаются явной проверке.

- механика космического полета
- динамика вращения твердого тела
- прикладная небесная механика
- асимптотические методы нелинейной механики
- теория гироскопических систем
- электромеханические устройства автоматики

- теория систем управления
- теория устойчивости движения
- силовая электроника и электропривод
- архитектура бортовых систем управления
- системное проектирование КА
- теоретическая механика
- сопротивление материалов
- материаловедение
- основы расчета и моделирования тепловых режимов космических аппаратов
- околоземная космическая среда
- программирование на C/C++, Python
- твердотельное моделирование в программном комплексе SolidWorks 3D Компас и им подобных
- основы работы с 3D принтерами
- основы работы с станками лазерной резки
- системное программирование в ОС реального времени
- основы радиосвязи
- методы связи и протоколы передачи данных
- активные и пассивные системы ориентации и стабилизации
- современные последовательные интерфейсы и шины данных
- статистическая обработка измерений
- идентификация систем
- основы испытаний космической техники
- бортовые комплексы управления космическими аппаратами
- проектирование программного обеспечения
- электростатика и электромагнитная совместимость
- модели стоимости разработки космических систем

- экономика космической деятельности

Перечень основных операций компетенции

Тезисно перечислим эти операции (раскрыты будут дальше):

- Разработка и численное моделирование циклограммы работы бортовых систем спутника

- выбор бортовых приборов и систем,
- сохранять результаты работы в САПР в формате *. dwg, *.dxf, *.dgn, *.stl для работы на станках лазерной резки и 3D печати
- выбор циклограммы работы режимов ориентации,
- настройка коэффициентов усиления PD-регулятора системы маховичной стабилизации,
- расчет энергобаланса на борту,
- выбор типа фотоэлементов,
- выбор типа аккумуляторов,
- расчет площади панелей солнечных батарей (СБ),
- расчет требуемой ёмкости аккумуляторных батарей (АБ),
- проверочный расчет энергобаланса на борту,
- оценка стоимости проекта.

- Компоновка спутника в 3D

- работа в САПР SolidWorks (SW), базовые умения работы с деталями и сборками, понятия центра масс и момента инерции и принципов действий для их приведения к требуемым значениям, владение инструментами экспресс анализа сборок в SW (например, проверка интерференций, или пространственных пересечений, приборов),

- умение подготавливать рациональные расчётные 3D-модели изделий, владение общими понятиями об эргономике при сборке и эксплуатации изделия,
- умение выполнять сборочные и монтажные чертежи и спецификации;
- написание четких инструкций сборки;

- Разработка бортового ПО

- проектирование архитектуры бортовой информационной сети.
- на основе шаблонов кода, реализация требуемого функционала и алгоритмов без привязки к аппаратной части, с использованием открытых библиотек и компиляторов на C/C++.
- самостоятельная разработка высокоуровневых протоколов обмена, использование открытых высокоуровневых протоколов информационного обмена.
- работа в среде разработки Qt/Eclipse или Notepad++.
- чтение разработчиком ПО принципиальных электрических схем;
- использование интерпретирующего языка Python. Организация тестирования разработанного встроенного ПО.

- Разработка, изготовление, проверка бортовой кабельной сети

- пайка разъемов, жгутовка проводов.
- контроль целостности проводки, определение параметров R-C-L.
- резервирование линий, контроль надежности пайки, выбор типа проводки и изоляции.
- контроль сопротивления изоляции, масса проводки; наличие защиты от КЗ.
- наличие экранирования. Концепция заземления, гальваническая развязка.

- Автономные испытания бортовых приборов систем управления, ориентации и стабилизации

- выполнение программы и методика испытаний отдельных приборов (ПМИ).

- Калибровка и юстировка датчиков ориентации

- использование имитатора Солнца для испытаний солнечного датчика,
- использование имитатора магнитного поля для магнитометра,
- использование поворотного стола для датчика угловой скорости;
- статистическая обработка результатов измерений;
- контроль полей зрения приборов;
- контроль параметров собственной намагниченности спутника;

- Сборка космического аппарата

- умение читать сборочные чертежи, электрические схемы, спецификации и перечни элементов;
- соблюдение последовательности сборки;
- разработка и изготовление специальной оснастки, умение пользоваться инструментом, фиксаторами, лаками; культура производства, фактическая прокладка кабельной сети, соответствие фактической конструкции 3D-модели;
- знание величин затяжки крепежа и типов применяемого инструмента для выполнения типовых операций; выполнения правил техники безопасности;
- умение быстро и рационально устранять неисправности и заменять вышедшие из строя блоки и приборы;
- знать общие принципы и правила работы в чистых помещениях; разработка ПМИ аппарата;

- Комплексные функциональные испытания КА

- автономные испытания приборов в составе спутника согласно ПМИ;
- проведение ПМИ аппарата;
- контроль работы датчика отделения основных режимов работы спутника;

- Комплексные испытания бортовых систем ориентации и стабилизации

- адаптация аппарата на аэродинамический подвес;
- создание необходимой оснастки;
- контроль работы режима системы ориентации, необходимого для выполнения спутником целевой задачи;
- обработка результатов измерений, сравнение точности СОС с независимой системой контроля;

- Обслуживание КА на пусковой базе

- умение читать и выполнять требования корректных сборочных чертежей, электрических схем, спецификаций, перечни элементов и инструкции по эксплуатации и сборке;
- выполнения правил техники безопасности при работе на пусковой базе;
- умение быстро и рационально устранять неисправности и заменять вышедшие из строя блоки и приборы, не требующие полной разборки КА;
- знать общие принципы и правила работы в чистых помещениях на пусковой базе;
- уметь «прозванивать» и опрашивать телеметрию основных цепей и блоков КА через отладочные разъёмы в соответствии с инструкцией;

- Адаптация КА на ракету-носитель

- умение читать и выполнять требования корректных инструкции;

- выполнение правил техники безопасности при работе на пусковой базе;
- знание общих принципов и правил работы в чистых помещениях на пусковой базе;
- уметь «прозванивать» и «опрашивать» основные цепи и блоки КА через отладочные разъёмы в соответствии с инструкцией после установки на адаптер;
- исполнение четких инструкций предстартовой подготовки

1.2. ВАЖНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА

Документ содержит информацию о стандартах, которые предъявляются участникам для возможности участия в соревнованиях, а также принципы, методы и процедуры, которые регулируют соревнования. При этом WSR признаёт авторское право WorldSkills International (WSI). WSR также признаёт права интеллектуальной собственности WSI в отношении принципов, методов и процедур оценки.

Каждый эксперт и участник должен знать и понимать данное Техническое описание.

1.3. АССОЦИИРОВАННЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Поскольку данное Техническое описание содержит лишь информацию, относящуюся к соответствующей профессиональной компетенции, его необходимо использовать совместно со следующими документами:

- WSR, Регламент проведения чемпионата;
- WSR, онлайн-ресурсы, указанные в данном документе.
- WSR, политика и нормативные положения
- Инструкция по охране труда и технике безопасности по компетенции

2. СПЕЦИФИКАЦИЯ СТАНДАРТА WORLDSKILLS (WSSS)

2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СПЕЦИФИКАЦИИ СТАНДАРТОВ WORLDSKILLS (WSSS)

WSSS определяет знание, понимание и конкретные компетенции, которые лежат в основе лучших международных практик технического и профессионального уровня выполнения работы. Она должна отражать коллективное общее понимание того, что соответствующая рабочая специальность или профессия представляет для промышленности и бизнеса.

Целью соревнования по компетенции является демонстрация лучших международных практик, как описано в WSSS и в той степени, в которой они могут быть реализованы. Таким образом, WSSS является руководством по необходимому обучению и подготовке для соревнований по компетенции.

В соревнованиях по компетенции проверка знаний и понимания осуществляется посредством оценки выполнения практической работы. Отдельных теоретических тестов на знание и понимание не предусмотрено.

WSSS разделена на четкие разделы с номерами и заголовками.

Каждому разделу назначен процент относительной важности в рамках WSSS. Сумма всех процентов относительной важности составляет 100.

В схеме выставления оценок и конкурсном задании оцениваются только те компетенции, которые изложены в WSSS. Они должны отражать WSSS настолько всесторонне, насколько допускают ограничения соревнования по компетенции.

Схема выставления оценок и конкурсное задание будут отражать распределение оценок в рамках WSSS в максимально возможной степени. Допускаются колебания в пределах 5% при условии, что они не исказят весовые коэффициенты, заданные условиями WSSS.

		(%)
1	Организация работы и управление процессом	25
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • архитектуру бортового программного обеспечения, среду разработки, способы сборки, прошивки, отладки бортового программного обеспечения; • алгоритм компоновки реального спутника в 3D, а также компоновки функционального макета, с точки зрения работы бортовых систем и проведения испытаний на аэродинамическом подвесе; • принцип расчета: коэффициентов управления PD-регулятора; работы магнитной системы стабилизации; оценки стоимости спутника; • принципы построения чертежей, распиновок, технологии выполнения пайки, обжимки; • принцип работы солнечных батарей; • материаловедение, сопротивление материалов, электростатику и электромагнитную совместимость; • принципы работы с Arduino; • принципы работы с макетной и/или печатной платами; • общие принципы и правила работы в чистых помещениях; • требования техники безопасности при выполнении работ; • принципы продуктивной работы в команде; • принципы устранения распространенных проблем программных приложений; • принципы и условия работы на 3D-принтере и станке лазерной резки; • важность тщательного тестирования решения; • динамику вращения твердого тела, особенности околоземной космической среды, активные и пассивные системы ориентации и стабилизации; • идентификацию систем; • основы испытаний космической техники; • модели стоимости разработки космических систем; • экономику космической деятельности; • важность документирования испытаний. 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • рассчитывать количество сеансов съемки и сеансов связи с использованием ПО; • составлять и оценивать циклограмму работы спутника на орбите с учетом полученных исходных данных; • рассчитывать циклограмму работы системы энергопитания; • читать сборочные чертежи, электрические схемы, спецификации и перечни элементов; • разрабатывать проект бортовой кабельной сети и изготавливать ее; 	

	<ul style="list-style-type: none"> • производить расчеты раскрытия и поворота солнечных батарей; • составлять схемы работы элементов космического аппарата; • оценивать параметры аккумуляторной батареи, размеры солнечных батарей; • разрабатывать 3D-модель функционального макета спутника-конструктора; • сохранять результаты работы в САПР в формате *. dwg, *.dxf, *.dgn, *.stl для работы на станках лазерной резки и 3D печати; • работать на 3D-принтере и за станком для лазерной резки; • выполнять численное моделирование движения спутника по орбите; • производить сборку спутника согласно разработанной 3D-модели; • выполнять сборочные и монтажные чертежи и спецификации; • пользоваться инструментом, фиксаторами, лаками; • рассчитывать оценку стоимости создания настоящего микроспутника с функциональными характеристиками, аналогичными требуемым в проекте. 	
2	Проведение испытания бортовых систем спутника	25
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • электромеханические устройства автоматики; • теории гироскопических систем, систем управления и устойчивости движения; • силовую электронику и электроприводы; • механику космического полета, прикладную небесную механику, асимптотические методы нелинейной механики; • основы радиосвязи, методы связи и протоколы передачи данных; • статистическую обработку измерений. 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выполнять пошаговое тестирование всех бортовых приборов в составе макета, используя разработанное им «стендовое» ПО. • тестировать «на столе» по заложенной программистом циклограмме работы; • прошивать на борт все коэффициенты управления, выбранные в процессе численного моделирования; • составлять блок-схемы работы бортового ПО, реализующего циклограмму работы во время комплексных испытаний космического аппарата; • проверять балансировку макета спутника на аэроподвесе; • включать магнитное поле, проверять работоспособность магнитной системы демпфирования угловой скорости; • контролировать правильность реакции системы управления на источник света; • проверять правильность работы системы определения 	

	<p>ориентации спутника по трем осям по показаниям магнитометра и солнечного датчика;</p> <ul style="list-style-type: none"> • проверять возможность разворота макета в заданном направлении с использованием маховиков и точность удержания цели после отработки требуемого разворота; • налаживать работу бортовой системы управления по разработанной циклограмме; • отслеживать качество изображения, полученного с камеры. 	
3	Разработка программных решений	25
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы проектирования, моделирования и программирования на C/C++; • важность рассмотрения всех возможных вариантов и выбора лучшего решения для выполнения спутником поставленных задач; • функциональные возможности языка C++; • общепринятые лучшие практики при написании кода. 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • составлять, компилировать, загружать, тестировать код на языке C++ и устранять ошибки в нем в соответствии с техническими условиями; • составлять функции для решения определенной задачи; • проводить автономные тестирования блоков спутника; • настраивать бортовые алгоритмы ориентации и стабилизации; • контролировать: правильность установки датчиков ориентации и исполнительных элементов; адекватность, правильность размерности единиц, и правильность измерений датчика угловой скорости и магнитометра; адекватность работы электромагнитных катушек бортовой магнитной системы стабилизации; адекватность, управляемость двигателя-маховика; • определять собственное магнитное поле аппарата и потенциальные источники магнитного поля внутри него; • вносить соответствующие поправки в бортовое ПО измерений бортового магнитометра; • важность точного и систематического контроля и анализа выполненных задач. 	
4	Решение проблем, инновации и креативность	15
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • общие типы проблем, которые могут возникнуть в ходе рабочего процесса; • тенденции и направления развития в отрасли, включая новые материалы, методы и технологии. 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • собирать и анализировать информацию; • быстро выявлять и понимать проблемы и самостоятельно решать их; 	

	<ul style="list-style-type: none"> • разрабатывать альтернативные решения, выбирать наиболее подходящий вариант и принимать необходимое решение; • использовать потенциал новых технологий; • проявлять настойчивость при решении сложных проблем; • использовать возможности по реализации идей, направленных на улучшение конечного продукта и повышение общего уровня удовлетворенности заказчика; • демонстрировать желание испытывать новые методы и воспринимать перемены. 	
5	Коммуникативные способности и навыки межличностного общения	5
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • важность установления и поддержания уверенности и доверия со стороны заказчика; • назначение, требования и важность смежных профессий; • значение построения и поддержки продуктивных рабочих отношений; • методы эффективной работы в команде; • важность оперативного разрешения недопонимания и конфликтных ситуаций; • технический язык, связанный с компетенцией; • цели и методы создания, ведения и представления отчетов. 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • общаться с помощью устных, письменных и электронных средств для обеспечения ясности и эффективности; • понимать требования заказчика и обеспечивать реализацию его ожиданий; • регулярно сообщать коллегам новейшую информацию о планируемых • работах по техническому обслуживанию и обсуждать графики, чтобы свести к • минимуму отрицательное влияние на производительность труда; • позитивно и конструктивно реагировать на отзывы о собственной работе; • организовывать процесс общения внутри команды и принимать решения по достижению решения вопросов; • читать, интерпретировать и извлекать технические данные и другую необходимую информацию из документации. 	
6	Оформление и ведение документации. Соблюдение культуры производства	5
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • важность тщательного документирования разработанных решений; • необходимость выполнения требований техники безопасности и охраны труда. 	
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оформлять необходимую документацию в соответствии с 	

	требованиями к ней; <ul style="list-style-type: none"> • демонстрировать культуру производства; • правильно использовать инструмент; • экономично расходовать ресурсы и материалы; • соблюдать требования техники безопасности при выполнении всех видов работ. 	
Всего		100

3. ОЦЕНОЧНАЯ СТРАТЕГИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ

3.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Стратегия устанавливает принципы и методы, которым должны соответствовать оценка и начисление баллов WSR.

Экспертная оценка лежит в основе соревнований WSR. По этой причине она является предметом постоянного профессионального совершенствования и тщательного исследования. Накопленный опыт в оценке будет определять будущее использование и направление развития основных инструментов оценки, применяемых на соревнованиях WSR: схема выставления оценки, конкурсное задание и информационная система чемпионата (CIS).

Оценка на соревнованиях WSR попадает в одну из двух категорий: измерение и судейское решение. Для обеих категорий оценки использование точных эталонов для сравнения, по которым оценивается каждый аспект, является существенным для гарантии качества.

Схема выставления оценки должна соответствовать процентным показателям в WSSS. Конкурсное задание является средством оценки для соревнования по компетенции, и оно также должно соответствовать WSSS. Информационная система чемпионата (CIS) обеспечивает своевременную и

точную запись оценок, что способствует надлежащей организации соревнований.

Схема выставления оценки в общих чертах является определяющим фактором для процесса разработки Конкурсного задания. В процессе дальнейшей разработки Схема выставления оценки и Конкурсное задание будут разрабатываться и развиваться посредством итеративного процесса для того, чтобы совместно оптимизировать взаимосвязи в рамках WSSS и Стратегии оценки. Они представляются на утверждение Менеджеру компетенции вместе, чтобы демонстрировать их качество и соответствие WSSS.

4. СХЕМА ВЫСТАВЛЕНИЯ ОЦЕНКИ

4.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В данном разделе описывается роль и место Схемы выставления оценки, процесс выставления экспертом оценки конкурсанту за выполнение конкурсного задания, а также процедуры и требования к выставлению оценки.

Схема выставления оценки является основным инструментом соревнований WSR, определяя соответствие оценки Конкурсного задания и WSSS. Она предназначена для распределения баллов по каждому оцениваемому аспекту, который может относиться только к одному модулю WSSS.

Отражая весовые коэффициенты, указанные в WSSS, схема выставления оценок устанавливает параметры разработки Конкурсного задания. В зависимости от природы навыка и требований к его оцениванию может быть полезно изначально разработать Схему выставления оценок более детально, чтобы она послужила руководством к разработке Конкурсного задания. В другом случае разработка Конкурсного задания должна основываться на обобщённой Схеме выставления оценки. Дальнейшая разработка Конкурсного задания сопровождается разработкой аспектов оценки.

В разделе 2.1 указан максимально допустимый процент отклонения, Схемы выставления оценки Конкурсного задания от долевых соотношений, приведенных в Спецификации стандартов.

Схема выставления оценки и Конкурсное задание могут разрабатываться одним человеком, группой экспертов или сторонним разработчиком. Подробная и окончательная Схема выставления оценки и Конкурсное задание, должны быть утверждены Менеджером компетенции.

Кроме того, всем экспертам предлагается представлять свои предложения по разработке Схем выставления оценки и Конкурсных заданий на форум экспертов для дальнейшего их рассмотрения Менеджером компетенции.

Во всех случаях полная и утвержденная Менеджером компетенции Схема выставления оценки должна быть введена в информационную систему соревнований (CIS) не менее чем за два дня до начала соревнований, с использованием стандартной электронной таблицы CIS или других согласованных способов. Главный эксперт является ответственным за данный процесс.

4.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Основные заголовки Схемы выставления оценки являются критериями оценки. В некоторых соревнованиях по компетенции критерии оценки могут совпадать с заголовками разделов в WSSS; в других они могут полностью отличаться. Как правило, бывает от пяти до девяти критериев оценки, при этом количество критериев оценки должно быть не менее трёх. Независимо от того, совпадают ли они с заголовками, Схема выставления оценки должна отражать долевые соотношения, указанные в WSSS.

Критерии оценки создаются лицом (группой лиц), разрабатывающим Схему выставления оценки, которое может по своему усмотрению определять критерии, которые оно сочтет наиболее подходящими для оценки выполнения Конкурсного задания.

Сводная ведомость оценок, генерируемая CIS, включает перечень критериев оценки.

Количество баллов, назначаемых по каждому критерию, рассчитывается CIS. Это будет общая сумма баллов, присужденных по каждому аспекту в рамках данного критерия оценки.

4.3. СУБКРИТЕРИИ

Каждый критерий оценки разделяется на один или более субкритериев. Каждый субкритерий становится заголовком Схемы выставления оценок.

В каждой ведомости оценок (субкритериев) указан конкретный день, в который она будет заполняться.

Каждая ведомость оценок (субкритериев) содержит оцениваемые аспекты, подлежащие оценке. Для каждого вида оценки имеется специальная ведомость оценок.

4.4. АСПЕКТЫ

Каждый аспект подробно описывает один из оцениваемых показателей, а также возможные оценки или инструкции по выставлению оценок.

В ведомости оценок подробно перечисляется каждый аспект, по которому выставляется отметка, вместе с назначенным для его оценки количеством баллов.

Сумма баллов, присуждаемых по каждому аспекту, должна попадать в диапазон баллов, определенных для каждого раздела компетенции в WSSS. Она будет отображаться в таблице распределения баллов CIS, в следующем формате:

Критерий	Итого баллов за раздел WSSS	БАЛЛЫ СПЕЦИФИКАЦИИ СТАНДАРТОВ WORLDSKILLS НА КАЖДЫЙ РАЗДЕЛ	ВЕЛИЧИНА ОТКЛОНЕНИЯ
----------	-----------------------------	--	---------------------

Разделы Спецификации стандарта WS (WSSS)		A	B	C	D	E	F	G	H	I				
	1	10	5		5		3			1	1		25	
	2		2			5	8	10					25	
	3	3		5	4	4	5	4					25	
	4	5	2		1		2	5					15	
	5	1					1	1	1	1			5	
	6	1	1			1	1		1				5	
Итого баллов за критерий		20	10	5	10	10	20	20	3	2	100	100	0	

4.5. МНЕНИЕ СУДЕЙ (СУДЕЙСКАЯ ОЦЕНКА)

При принятии решения используется шкала 0–3. Для четкого и последовательного применения шкалы судейское решение должно приниматься с учетом:

- эталонов для сравнения (критериев) для подробного руководства по каждому аспекту
- шкалы 0–3, где:
 - 0: исполнение не соответствует отраслевому стандарту;
 - 1: исполнение соответствует отраслевому стандарту;
 - 2: исполнение соответствует отраслевому стандарту и в некоторых отношениях превосходит его;
 - 3: исполнение полностью превосходит отраслевой стандарт и оценивается как отличное

Каждый аспект оценивают три эксперта, каждый эксперт должен произвести оценку, после чего происходит сравнение выставленных оценок. В случае расхождения оценок экспертов более чем на 1 балл, экспертам необходимо вынести оценку данного аспекта на обсуждение и устранить расхождение.

4.6. ИЗМЕРИМАЯ ОЦЕНКА

Оценка каждого аспекта осуществляется тремя экспертами. Если не указано иное, будет присуждена только максимальная оценка или ноль баллов. Если в рамках какого-либо аспекта возможно присуждение оценок ниже максимальной, это описывается в Схеме оценки с указанием измеримых параметров.

4.7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРИМЫХ И СУДЕЙСКИХ ОЦЕНОК

Окончательное понимание по измеримым и судейским оценкам будет доступно, когда утверждена Схема оценки и Конкурсное задание. Приведенная таблица содержит приблизительную информацию и служит для разработки Оценочной схемы и Конкурсного задания.

Критерий		Баллы		
		Мнение судей	Измеримая	Всего
A	3D-проектирование конструкции КА	20	20	20
B	Численное моделирование КА в ПО SX Modeler.	10	10	10
C	Программирование датчиков, систем, целевой аппаратуры	5	5	5
D	Проектирование и изготовление систем ориентации, стабилизации, энергоснабжения	10	10	10
E	Автономные испытания спутника	10	10	10
F	Сборка спутника и функциональные испытания	20	20	20
G	Возможность выполнения спутником поставленной задачи	20	20	20
H	Оценка стоимости проекта. Бережливое производство.	3	3	3
I	Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места	2	2	2
Всего		100	100	100

4.8. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ

Оценка Конкурсного задания будет основываться на следующих критериях (модулях):

4.9. РЕГЛАМЕНТ ОЦЕНКИ

Главный эксперт и Заместитель Главного эксперта обсуждают и распределяют Экспертов по группам (состав группы не менее трех человек) для выставления оценок. Каждая группа должна включать в себя как минимум одного опытного эксперта. Эксперт не оценивает участника из своей организации. Если необходимо привлечь эксперта к оценке участника из своей организации, это подтверждается общим решением с занесением результата голосования в протокол.

5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

5.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Разделы 2, 3 и 4 регламентируют разработку Конкурсного задания. Рекомендации данного раздела дают дополнительные разъяснения по содержанию КЗ.

Продолжительность Конкурсного задания не должна быть менее 15 и более 22 часов.

Возрастной ценз участников для выполнения Конкурсного задания от 14 до 22 лет.

Вне зависимости от количества модулей, КЗ должно включать оценку по каждому из разделов WSSS.

Конкурсное задание не должно выходить за пределы WSSS.

Оценка знаний участника должна проводиться исключительно через практическое выполнение Конкурсного задания.

При выполнении Конкурсного задания не оценивается знание правил и норм WSR.

5.2. СТРУКТУРА КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ

Конкурсное задание содержит 9 модулей:

Модуль 1 (А). 3D-проектирование конструкции КА.

Модуль 2 (В). Численное моделирование КА в ПО SX Modeler.

Модуль 3 (С). Программирование датчиков, систем, целевой аппаратуры.

Модуль 4 (D). Проектирование и изготовление систем ориентации, стабилизации, энергоснабжения.

Модуль 5 (E). Автономные испытания спутника.

Модуль 6 (F). Сборка спутника и функциональные испытания.

Модуль 7 (G). Возможность выполнения спутником поставленной задачи.

Модуль 8 (H). Оценка стоимости проекта. Бережливое производство.

Модуль 9 (I). Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места

5.3. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ

Общие требования:

Участникам предлагается выполнить конкурсное задание - разработать проект малого космического аппарата - искусственного спутника Земли (ИСЗ), который выполняет функции дистанционного зондирования (ДЗЗ). 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 комплексные наземные испытания, выполнив инженерные расчеты и численное моделирование спутника относительно центра масс.

Также они выполняют программирование бортового компьютера для обеспечения стабилизации и ориентации КА, включения-выключения полезной нагрузки - камеры ДЗЗ и передатчика в заданных координатах или промежутков времени и ряд других задач. В ходе соревнований конкурсанты осуществляют разработку и сборку электронных устройств, трассировку плат, пайку, выполняют работы на станке лазерной резки и печать на 3D принтере, *расчеты на прочность, тепловые расчеты (*)*.

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 «ОрбиКрафт» (рисунок 1). Описание стандартного набора компонент «ОрбиКрафт», из которых собирается спутник, представлено здесь: <http://orbicraft.sputnix.ru/doku.php>

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



Рисунок 1 – Набор конструктора «ОрбиКрафт»

Собранный аппарат (рисунок 2) должен пройти испытания на специальном стенде полунатурного моделирования (рисунок 3) и подтвердить свою работоспособность, функциональность. Возможное описание стенда, в составе которого должны быть проведены испытания макета, приводится здесь: <http://orbicraft.sputnix.ru> .



Рисунок 2 – Собранный спутник



Рисунок 3 - Стенд полунатурного моделирования

Участниками также проводятся испытания в условиях, смоделированных условиях полета спутника на орбите Земли (рисунок 4).



Рисунок 4 - Комплекс имитаторов космической среды «Терра»

В итоге созданная участниками соревнований инженерная модель космического аппарата должна быть максимально приближена к реально запускаемым на орбиту моделям, пройти все наземные испытания и *интегрирована на имитатор последней ступени ракеты-носителя (РН) (*)*.

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. *Важно подчеркнуть, что данный параметр подтверждается расчетным путем в конце соревнований экспертами, основываясь на результатах наземных испытаний созданной инженерной модели спутника (*)*.

Следует отметить, что исходные данные, полученные командой заранее, достаточны для разработки эскизного проекта космического аппарата. Примеры исходных данных приведены в Приложении 1.

Непосредственно перед началом соревнований часть исходных данных будет изменена. Как следствие, это приведет к необходимости внести изменения в конструкцию, циклограмму работы, бортовое программное обеспечение. Именно внесение изменений в уже готовый проект и их реализация в «железе» из компонентов специального спутника-конструктора на месте соревнований является основным предметом соревновательной активности: какая команда сделает это быстрее, полноценнее, качественнее при обеспечении максимальной эффективности своего проекта для конечного пользователя, та и выиграет соревнования.

Конкурсное задание состоит из следующих модулей:

Участник конкурса должен продемонстрировать диапазон знаний и умений в области инженерии космических систем. Необходимо подготовить как минимум девять (9) модулей, в зависимости от наличия на площадке специального оборудования.

Модуль1: 3D-проектирование и конструирование КА

Модуль необходимо начинать с планирования выполнения всего конкурсного задания полным составом команды - тремя участниками. Команда должна продумать общую концепцию работы, примерное время на выполнение отдельных блоков и участков модуля, определить ответственного за выполнение модуля, распределить обязанности и роли по трудовым функциям внутри группы, о чем сделать соответствующие записи в Приложении № 3 итогового отчета:

- Конструктор - проектировщик (выполняет трудовые функции **конструктора-проектировщика**)
- Радиоэлектронщик - схемотехник (выполняет трудовые функции **радиоинженера**)
- Системный программист (выполняет трудовые функции **программиста, системного программиста**)

Трудовые функции **слесаря-сборщика КА** может выполнять каждый участник чемпионата, при этом не запрещается команде работать вместе над выполнением всего конкурсного задания.

Документация, информация 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_2018**. Образец и полный перечень содержимого папки указан в Приложении № 4.

Для сохранения всех результатов работы команды на каждом компьютере участниками создаются две папки. Одна папка помещается на рабочий стол с названием на английском языке **Project_номер рабочего места**, где после нижнего подчеркивания печатается номер команды, полученный при жеребьевке рабочих мест. Таким же именем необходимо назвать позже и БКУ своего собранного спутника при первом подключении к компьютеру. Вторая папка создается в корне жесткого диска с названием на английском языке: «**Project_C_**», куда сохраняются все проекты кода программиста (рисунок 5).

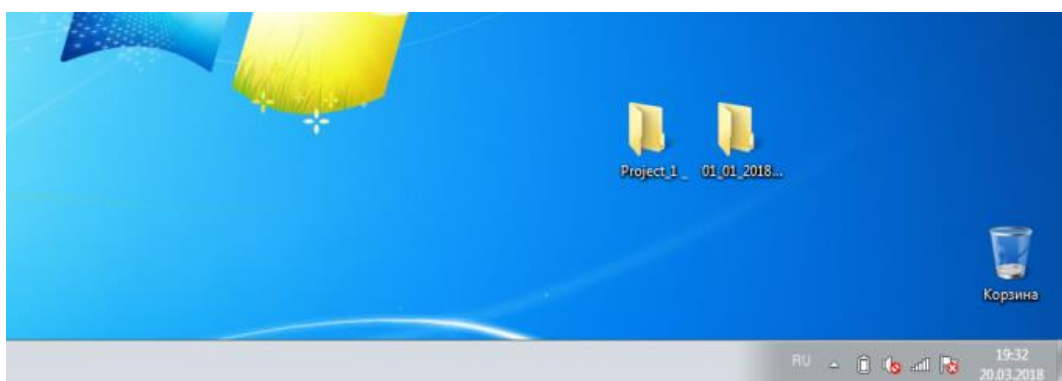


Рисунок 5 – Расположение и наименование папок

Важно: файл итогового отчета заполняется на одном компьютере и предоставляется к проверке экспертам на площадке (папка **Project_номер рабочего места**).

После этого из папки (пример: **01_01_2018**) на рабочем столе требуется установить программы, необходимые для выполнения конкурсного задания каждому участнику, ответственному за выполнение модуля.

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 выполняет 3D-моделирование в ПО твердотельного моделирования САЕ типа SolidWorks (рисунок 6).

При проектировании необходимо учитывать:

- геометрические и массово-инерционные характеристики. Положение центра масс КА по осям X, Y должно быть максимально приближено к нулевым значениям (для проведения испытаний на стенде полунатурного моделирования), расхождение не должно превышать $-10...+10$ мм. По оси Z (ось вращения) допускается отклонение не более $-150...0$ мм. Для этого сборку деталей в ПО 3D моделирования необходимо начинать от точки подвеса

- поля и углы зрения датчиков ориентации,

- 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

- возможность дальнейшего изготовления деталей собственными силами на конкурсной площадке. Для этого выполняется сохранение результатов моделирования элементов корпуса спутника, навесного оборудования в расширениях, необходимых для работы на 3D принтерах и станке лазерной резки.

- ограничение габаритов изготавливаемых деталей согласно размеру рабочего стола лазерной резки и 3D принтеров. Функции оператора станка возложить на технического эксперта, который изготовит эти детали по моделям участников. Параметры рабочего материала указываются в день С-2 в качестве изменений 30% КЗ

- используется измерительный инструмент, который входит в перечень предоставляемого инструмента на площадке. Размеры для выполнения задания получают, используя чертеж, собственные идеи или путем точного повторения представленного образца см. Приложение №5.

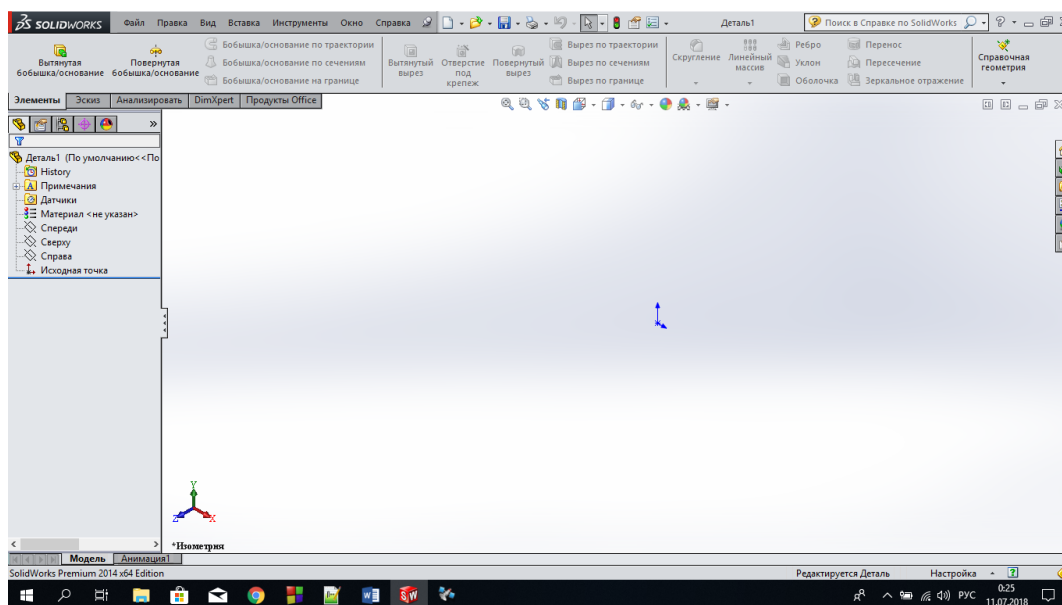


Рисунок 6 – Главное окно рабочего пространства конструктора-проектировщика

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

1. 3D-проектирование конструкции КА.
2. 3D-проектирование системы энергопитания (СЭП).
3. 3D-проектирование системы ориентации и стабилизации (СОС).
4. 3D-проектирование системы терморегулирования (СТР).
5. 3D-проектирование целевой аппаратуры
6. Проектирование резервной СЭП.
7. Проектирование бортовой кабельной сети.
8. Проектирование системы раскрытия и поворота солнечных батарей

Конструктор-проектировщик осуществляет контроль правильности компоновки 3D модели КА 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 элементов конструкции, приборов и датчиков, используя для этой цели

малогабаритные точные весы и максимально используются возможности программного комплекса (SolidWorks и др.). При необходимости следует выполнить переопределение массы изделий. Результаты измерений оформляются в приложении итогового отчета.

Специалист выполняет следующие виды работ по проектированию:

- Деталей, узлов, элементов конструкции и крепления корпуса.
- Системы раскрытия, поворота и крепления солнечных батарей.
- Технологических отверстий, скруглений, фасок, прорезей в конструкции КА для крепления систем и датчиков, плат, аккумуляторных отсеков, солнечных панелей и т.д.

- Деталей подвеса, крепления КА на аэродинамический стенд
- Общей конструкции модели аппарата (3D сборка).
- Выполнение расчетов, заполнение документации.
- Измерение программными средствами (CAE) и расчет кабельной сети в соответствии с выполненной сборкой в 3D-модели,
- Составить правильную блок-схему расположения всех устройств на корпусе спутника и их соответствие 3D-модели. При этом необходимо руководствоваться условием равномерного распределения нагрузки в кабельной сети.

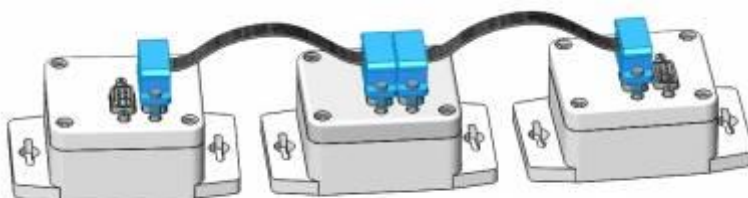


Рисунок 7 – Блок-схема кабельной сети

- Выполнить жгутовку проводов (3 отрезка по 30 мм термоусадочной трубки через равные промежутки между ними),

- Произвести маркировку каждого жгута проводов согласно составленной конкурсантами блок-схеме,
- Заполнить все данные в таблице пункта П. 4. Приложения отчета.

Модуль 2. Численное моделирование КА в ПО SX Modeler.

Системный программист – это разработчик операционной системы, программных комплексов, обеспечивающих слаженную работу компонентов микроспутника. Так же он рассчитывает количество сеансов съемки и количество сеансов связи с использованием открытого ПО численного моделирования

(<https://sourceforge.net/projects/sputnixsatellit/files/?source=navbar>), оценивает циклограмму работы спутника на орбите с учетом полученных исходных данных. Исходные данные в Приложении №1 выдаются в день С1 каждой команде на конкурсной площадке. На основании информации о полученной циклограмме работы бортовых систем рассчитывается циклограмма работы системы энергопитания (СЭП).

При выполнении модуля **системный программист** - специалист по системе ориентации и стабилизации работает над численным моделированием движения спутника по орбите (рисунок 8), подбирая оптимальные по быстрдействию коэффициенты управления PD-регулятора маховичной системы ориентации и стабилизации, использующей в качестве датчиков ориентации солнечные датчики и магнитометр. В последующем эти коэффициенты смогут быть прошиты в бортовое ПО управления функционального макета аппарата.

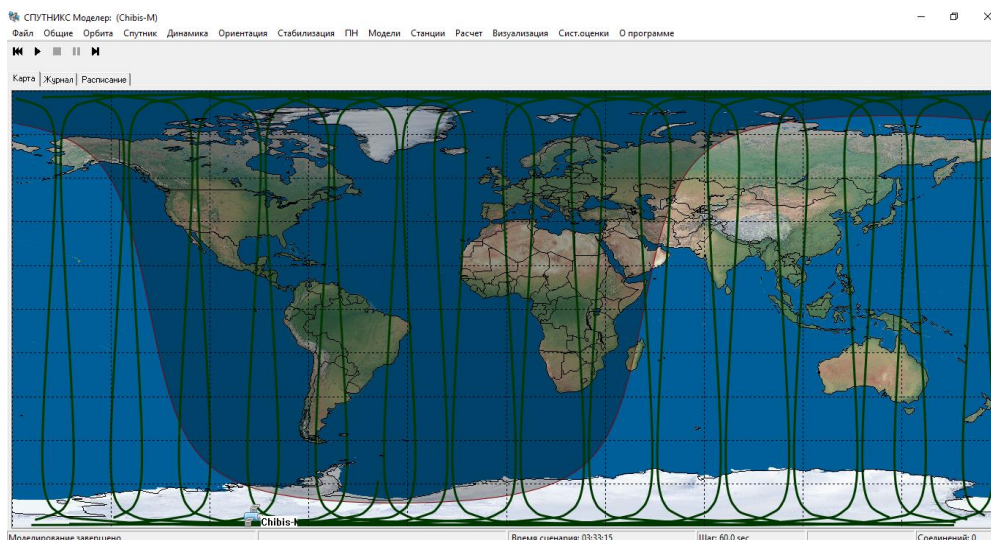


Рисунок 8 – Главное окно рабочего пространства при выполнении численного моделирования

Кроме PD-регулятора, проводится численное моделирование работы магнитной системы стабилизации, использующей в качестве исполнительных элементов электромагнитные катушки, а в качестве датчика – магнитометр, с целью подбора коэффициентов управления электромагнитными катушками и соотношений длительностей между работой катушек и измерениями магнитометра.

Заполнив все данные из Приложения №1 конкурсного задания в программе SX-Modeler, требуется включить запуск расчетов в программе (рисунок 9), добиться 3D визуализации стабилизации спутника Chibis-M и, увидев табличку на экране «Расчет завершен», внести результаты в ОВС (Orbit Control). По результатам команда оценивает следующие параметры (учитывается падение напряжения на витке не более 20%):

1. Параметры аккумуляторной батареи:

- Емкость АКБ.
- Глубину разряда батарей.
- Количество циклов заряда - разряда в процессе работы спутника.

2. Параметры солнечных батарей:

- размеры солнечных панелей.
- расположение солнечных панелей.
- количество солнечных панелей.

3. Параметры ДЗЗ и связи:

- Время включения и выключения камеры при прохождении зоны съемки.
- Время включения и выключения передатчика при прохождении зоны передачи.
- Количество и качество снимков.
- Прием телеметрии в ПО OBCControl.

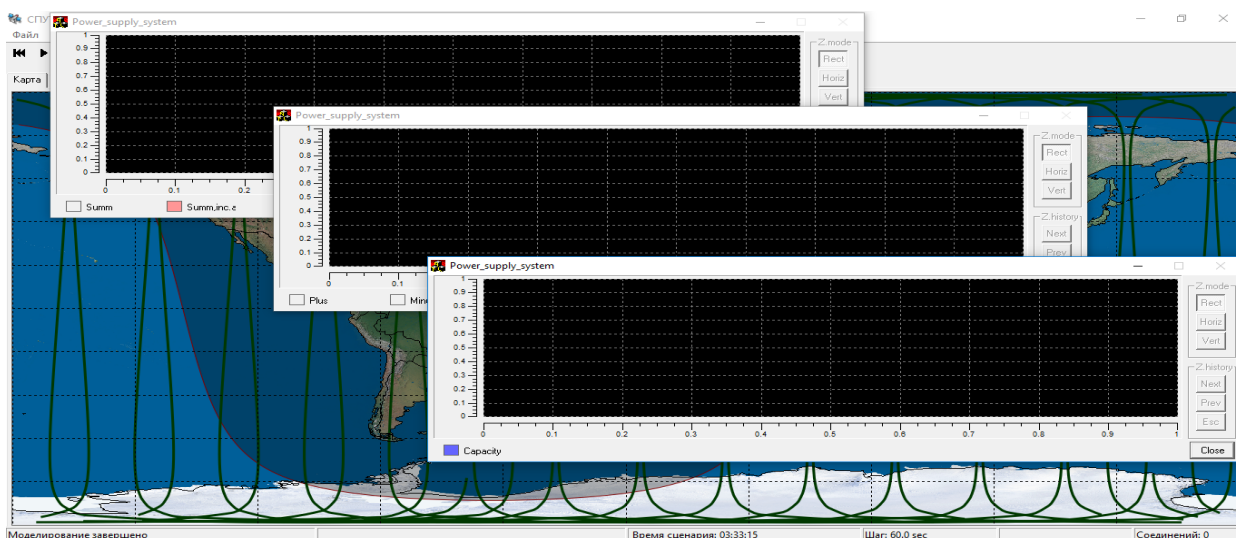


Рисунок 9 – Главное окно рабочего пространства при выполнении и визуализации расчетов

Выполнив эту часть задания, **системный программист** разбирается с выбором языка программирования (C, Python), архитектурой бортового программного обеспечения, средой разработки, способом сборки, прошивки, отладки бортового программного обеспечения. Необходимо выполнить следующие виды работ:

- Составить алгоритм работы БКУ.

- Установить программы и драйвера для работы с системами и датчиками конструктора «ОрбиКрафт».
- написать и скомпилировать коды для проверки всех систем и датчиков из состава набора «ОрбиКрафт».
- Выполнить PrintScreen всех операций и внести данные в приложение-отчет.
- Отправить 3D модели на 3D принтер не печать и детали на резку на лазерном станке.

Модуль 3. Программирование датчиков, систем, целевой аппаратуры

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

- Разрабатывает общий алгоритм работы КА на орбите, который включает в себя алгоритм работы систем стабилизации, ориентации, раскрытия солнечных панелей, работы полезной нагрузки
- Разрабатывает код для подачи напряжения на устройство пережигания нити системы раскрытия СБ.
- Разрабатывает код для устройства управления поворотом СБ.
- Разрабатывает код проверки всех систем и датчиков спутника, включая не установленные на наш вариант КА
- Разрабатывает код калибровки систем и датчиков спутника.
- По результатам работы должны быть заполнены соответствующие пункты отчета.

Модуль 4. Проектирование и изготовление систем ориентации, стабилизации, энергоснабжения.

Конструктор-проектировщик проверяет и документирует проект бортовой кабельной сети, указывается длина кабелей, требуемая распиновка в соответствующем разделе Приложения с итоговым отчетом. Затем он вместе с системным программистом выполняет ее изготовление (большинство шлейфов – обжимаются с помощью специального приспособления - кримпера (англ. crimp — обжим, опрессовка), а два кабеля – с помощью пайки) (рисунок 10).



Рисунок 10 – Вид кабеля после обжимки

Экспертами оценивается:

- Качество изготовления кабелей.
- Лужение.
- Отсутствие повреждений изоляции и разъемов.
- Пайка.
- Наличие термоусадки.
- Наличие маркировки кабельной сети.

Радиоэлектронщик – схемотехник выполняет расчет, проектирование и адаптацию с собираемой моделью КА системы раскрытия и поворота солнечных батарей и систему энергоснабжения для нее. Параметры СЭП, тип,

наименование, состав радиоэлементной базы заполняется экспертами в день 30% изменения конкурсного задания.

Перечень работ:

- Составить алгоритм работы системы раскрытия и поворота солнечных батарей (рисунок 11);



Рисунок 11 – Солнечная батарея

- Составить электрическую схему подключения к Arduino системы раскрытия и поворота солнечных батарей.
- Составить кинематическую схему системы раскрытия и поворота солнечных батарей.
- Разработка печатной платы.
- Расчет и разработка стабилизированного источника питания системы энергопитания (СЭП) (рисунок 12).

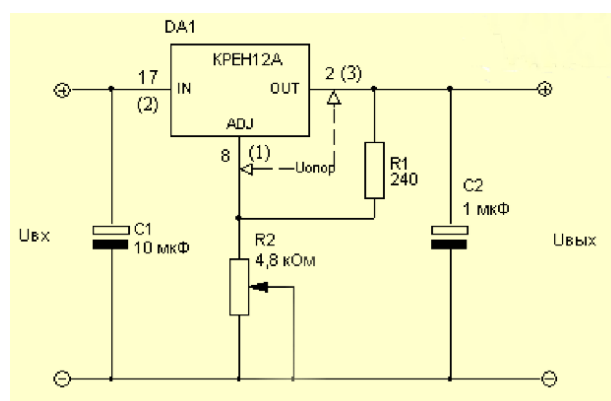


Рисунок 12 – Схема стабилизированного источника СЭП

- Расчет и изготовление радиатора охлаждения для СЭП.

- Изготовление жгутов для соединения.
- Сборка и пайка печатной или макетной платы (рисунок 13) с микроконтроллером, датчиками, сервоприводами, полный перечень которых указан в Приложении №6

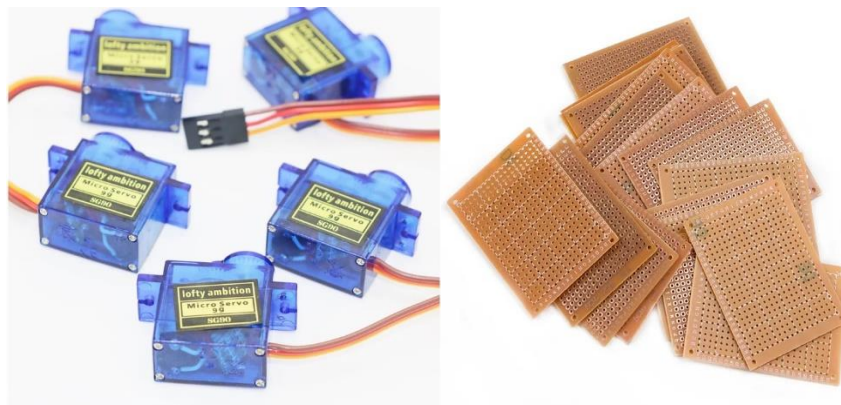


Рисунок 13 – Печатная плата и сервоприводы

- Сборка устройства системы раскрытия СБ (рисунок 14)

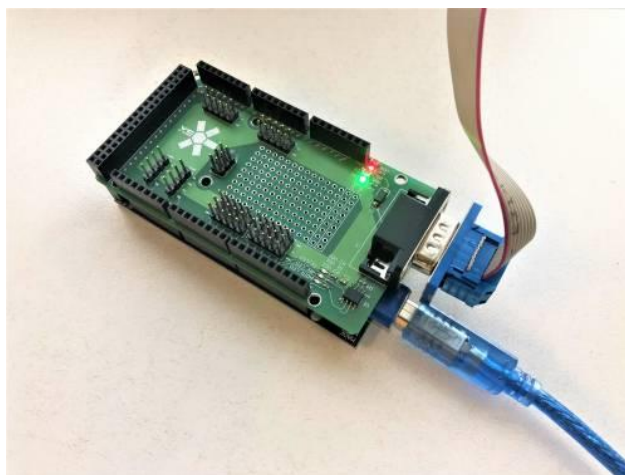


Рисунок 14 – Процесс сборки устройства системы раскрытия солнечных батарей

- Адаптация всей системы с корпусом КА (рисунок 15)

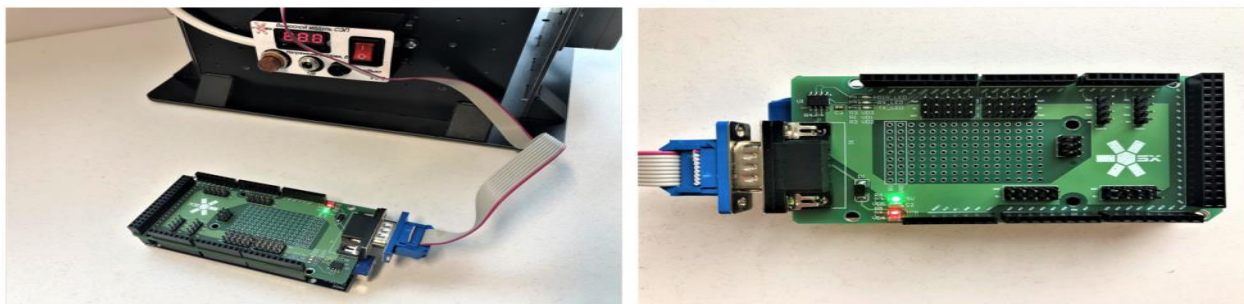


Рисунок 15 – Испытания и адаптация системы раскрытия солнечных батарей с корпусом спутника

Модуль 5. Автономные испытания 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 раскрытия и поворота солнечных батарей.

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

- Разрабатывает код для корректной и правильной работы систем стабилизации КА.
- Разрабатывает код для корректной и правильной работы систем ориентации КА.
- Разрабатывает код для корректной и правильной работы системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), согласно углам установки имитатора солнца, определенному в Приложении № 2.
- Снимки, полученные при проверке камеры ДЗЗ, фиксируются в отчете.

- Разрабатывает код для корректной и правильной работы системы раскрытия, поворота солнечных панелей КА и системы энергоснабжения для нее.
- Разрабатывает код для корректной и правильной работы системы связи
- автономное испытание всех систем и датчиков спутника.
- Результаты выполнения задания заносятся в приложение отчета в виде снимков экрана, фотографий, презентаций, видео.

Модуль 6. Сборка спутника и функциональные испытания

Задание на станке лазерной резки предполагает изготовление деталей, частей корпуса спутника.

После этого 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:

- Хомутовка.
- Наличие контрольной проволоки на резьбовых соединениях крепления маховика к корпусу КА (рисунок 16).

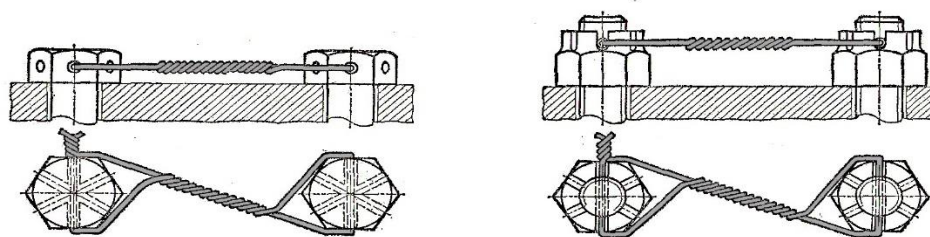


Рисунок 16 – Крепление контровочной проволоки

- Правильность финальной сборки аппарата (соответствие чертежам, выполненным в САЕ).
- Соответствие последовательности сборки (*технологической карте* (*).
- Соответствие кабельной сети документации.
- Использование заземляющих браслетов, защитных очков.
- Наличие халатов, шапочек, бахил, перчаток (рисунок 17).

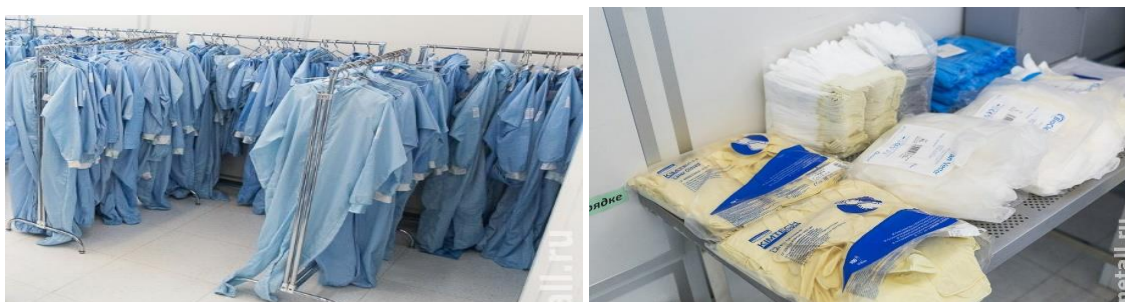


Рисунок 17 – Наличие специализированной одежды в лаборатории

- Заполнение бланков отчетов, (*программ и методик испытаний**).
- *Снятие и установка предохранительных кожухов* (*).

Параллельно **системный программист** выполняет пошаговое тестирование всех бортовых приборов в составе макета, используя разработанное им «стендовое» ПО. Далее аппарат тестируют «на столе» по заложенной программистом циклограмме работы: маховики крутятся, передатчик передает, приемник принимает, камера снимает, СЭП работает, батареи разряжаются и заряжаются, солнечный датчик реагирует на свет, датчик

угловой скорости измеряет угловую скорость, солнечные батареи раскрылись и развернулись.

Далее **системный программист** прошивает на борт все коэффициенты управления, выбранные в процессе численного моделирования. Затем занимается составлением блок-схемы работы бортового ПО, реализующего циклограмму работы во время комплексных испытаний КА.

Необходимо обратить внимание на правильность контроля работоспособности всех приборов по отдельности и *в соответствии с программой-методикой испытаний (ПМИ), результат диагностики электромагнитной катушки, правильность заполнения форм ПМИ (*)*; срабатывание механизма раскрытия солнечных батарей; наличие оформленной блок-схемы работы бортового ПО.

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

Модуль 7. Возможность выполнения спутником поставленной задачи

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

Затем участники контролируют на неподвижном стенде:

- Правильность установки механизма раскрытия солнечных батарей, датчиков ориентации и исполнительных элементов: адекватность, размерность единиц и правильность показания направления на источник света (прожектор) в измерениях солнечных датчиков;
- адекватность, правильность размерности единиц, и правильность измерений датчика угловой скорости (неподвижный спутник, спутник

равномерно вращается), а также и магнитометра (с включенным вдоль заданного направления имитатором магнитного поля стенда полунатурных измерений);

- *адекватность работы электромагнитных катушек бортовой магнитной системы стабилизации (правильная полярность) (*)*;
- адекватность, управляемость двигателя-маховика (правильность направления вращения маховика, адекватность измерений скоростей вращения и частоты их выдачи).
- *Собственную намагниченность аппарата: программист, электронщик и конструктор определяют собственное магнитное поле аппарата и потенциальные источники магнитного поля внутри него; вносят соответствующие поправки измерений бортового магнитометра в бортовое ПО (*)*

Затем приступают к испытаниям на подвижном стенде:

- проверяют балансировку макета на аэродинамическом подвесе: если положение центра масс выше центра вращения, дальше испытания можно не проводить; спутник подлежит корректировке по центру масс и сборке по новой модели;
- включают магнитное поле, проверяют точность определения угла по магнитометру;
- 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);
- проверяют правильность работы системы определения ориентации спутника по солнечному датчику и по показаниям по трем осям магнитометра;
- проверяют возможность разворота макета в заданном направлении с использованием маховиков: задают целеуказание, контролируют скорость разворота на аэродинамическом подвесе; точность удержания цели после отработки требуемого разворота.

- работу бортовой системы управления по циклограмме: разворот, фотографирование, передачу фотографии на Землю в Центр управления полетом.
- качество изображения, полученного с камеры: ориентация, четкость,
- число хороших изображений, полученных за заданный интервал времени.

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. Оценка стоимости проекта. Бережливое производство

Параллельно с работой по сборке, испытаниям аппарата выполняется оценка стоимости создания настоящего микроспутника с функциональными характеристиками, аналогичными требуемым в проекте. Методика расчета основана на модели стоимости Small Satellite Cost Model (<http://www.aerospace.org/research/space-systems-infrastructure/small-satellite-cost-model/>), формулы которой предоставляются участникам. Оценивается стоимость разработки, изготовления, наземных испытаний, запуска и эксплуатации первого опытного образца малого спутника, а также стоимость его отдельных подсистем. Также данные по расчету стоимости можно получить в программе SxModeler. Результаты расчета должны быть оформлены в виде отчета.

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.

Модуль 9. Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места

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 функций инженера-конструктора, программиста и специалиста по 3D.

Требования к конкурсной площадке:

Конкурсная площадка должна быть обеспечена и оборудована в соответствии с ИЛ и планом застройки. При этом на площадке должен быть устойчивый прием интернета через роутер Wi-Fi на скорости не менее 30 Мб/с

Материалы, оборудование и инструменты, предоставляемые на площадку:

- на каждую команду:

- один набор «Орбитсат»
- один комплект измерительного оборудования: блоки питания, осциллографы, анализаторы спектра, мультиметры
- Одна паяльная станция

- на все команды:

- Один вибростенд Tira TV 55240/LS-180 или аналог, с тензодатчиками и системой управления
- Один имитатор Солнца
- Один имитатор магнитного поля
- Один аэродинамический подвес грузоподъемностью до 25 или 150 кг
- Один имитатор последней ступени РН "Днепр" или "Союз-2"
- Одни весы.

Компоновка рабочего места команды из трех участников:

Рабочее место должно быть оборудовано в строгом соответствии с перечнем, указанном в инфраструктурном листе. Общая компоновка места для проведения соревнований команды из трех участников должно включать в себя два стола с установленным оборудованием. Один из них должен быть оборудован КИП, оборудованием для пайки составляющих и сборки КА, на другом должны быть установлены оргтехника, компьютер и ноутбук(и) для

проектирования, моделирования работы и полета, программирования спутника.

5.4. РАЗРАБОТКА КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ

Конкурсное задание разрабатывается по образцам, представленным Менеджером компетенции на форуме WSR (<http://forum.worldskills.ru>). Представленные образцы Конкурсного задания должны меняться один раз в год.

5.4.1. КТО РАЗРАБАТЫВАЕТ КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ/МОДУЛИ

Общим руководством и утверждением Конкурсного задания занимается Менеджер компетенции. К участию в разработке Конкурсного задания могут привлекаться:

- Сертифицированные эксперты WSR;
- Сторонние разработчики;
- Иные заинтересованные лица.

В процессе подготовки к каждому соревнованию при внесении 30 % изменений к Конкурсному заданию участвуют:

- Главный эксперт;
- Сертифицированный эксперт по компетенции (в случае присутствия на соревновании);
- Эксперты принимающие участия в оценке (при необходимости привлечения главным экспертом).

Внесенные 30 % изменения в Конкурсные задания в обязательном порядке согласуются с Менеджером компетенции.

Выше обозначенные люди при внесении 30 % изменений к Конкурсному заданию должны руководствоваться принципами объективности и беспристрастности. Изменения не должны влиять на сложность задания, не должны относиться к иным профессиональным областям, не описанным в WSSS, а также исключать любые блоки WSSS. Также внесённые изменения должны быть исполнимы при помощи утверждённого для соревнований Инфраструктурного листа.

5.4.2. КАК РАЗРАБАТЫВАЕТСЯ КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

Конкурсные задания к каждому чемпионату разрабатываются на основе единого Конкурсного задания, утверждённого Менеджером компетенции и размещённого на форуме экспертов. Задания могут разрабатываться как в целом так и по модулям. Основным инструментом разработки Конкурсного задания является форум экспертов.

5.4.3. КОГДА РАЗРАБАТЫВАЕТСЯ КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

Конкурсное задание разрабатывается согласно представленному ниже графику, определяющему сроки подготовки документации для каждого вида чемпионатов.

Временные рамки	Локальный чемпионат	Отборочный чемпионат	Национальный чемпионат
Шаблон Конкурсного задания	Берётся в исходном виде с форума экспертов задание предыдущего Национального чемпионата	Берётся в исходном виде с форума экспертов задание предыдущего Национального чемпионата	Разрабатывается на основе предыдущего чемпионата с учётом всего опыта проведения соревнований по компетенции и отраслевых стандартов за 6 месяцев до чемпионата
Утверждение Главного эксперта чемпионата, ответственного за разработку КЗ	За 2 месяца до чемпионата	За 3 месяца до чемпионата	За 4 месяца до чемпионата
Публикация КЗ (если применимо)	За 1 месяц до чемпионата	За 1 месяц до чемпионата	За 1 месяц до чемпионата
Внесение и согласование с Менеджером	В день С-2	В день С-2	В день С-2

компетенции 30% изменений в КЗ			
Внесение предложений на Форум экспертов о модернизаци и КЗ, КО, ИЛ, ТО, ПЗ, ОТ	В день С+1	В день С+1	В день С+1

5.5 УТВЕРЖДЕНИЕ КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ

Главный эксперт и Менеджер компетенции принимают решение о выполнимости всех модулей и при необходимости должны доказать реальность его выполнения. Во внимание принимаются время и материалы.

Конкурсное задание может быть утверждено в любой удобной для Менеджера компетенции форме.

5.6. СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА И ИНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

Если для выполнения задания участнику конкурса необходимо ознакомиться с инструкциями по применению какого-либо материала или с инструкциями производителя, он получает их заранее по решению Менеджера компетенции и Главного эксперта. При необходимости, во время ознакомления Технический эксперт организует демонстрацию на месте.

Материалы, выбираемые для модулей, которые предстоит построить участникам чемпионата (кроме тех случаев, когда материалы приносит с собой сам участник), должны принадлежать к тому типу материалов, который имеется у ряда производителей, и который имеется в свободной продаже в регионе проведения чемпионата.

6. УПРАВЛЕНИЕ КОМПЕТЕНЦИЕЙ И ОБЩЕНИЕ

6.1 ДИСКУССИОННЫЙ ФОРУМ

Все предконкурсные обсуждения проходят на особом форуме (<http://forum.worldskills.ru>). Решения по развитию компетенции должны приниматься только после предварительного обсуждения на форуме. Также на форуме должно происходить информирование о всех важных событиях в рамках компетенции. Модератором данного форума являются Международный эксперт и (или) Менеджер компетенции (или Эксперт, назначенный ими).

6.2. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ ЧЕМПИОНАТА

Информация для конкурсантов публикуется в соответствии с регламентом проводимого чемпионата. Информация может включать:

- Техническое описание;
- Конкурсные задания;
- Обобщённая ведомость оценки;
- Инфраструктурный лист;
- Инструкция по охране труда и технике безопасности;
- Дополнительная информация.

6.3. АРХИВ КОНКУРСНЫХ ЗАДАНИЙ

Конкурсные задания доступны по адресу <http://forum.worldskills.ru>.

6.4. УПРАВЛЕНИЕ КОМПЕТЕНЦИЕЙ

Общее управление компетенцией осуществляется Международным экспертом и Менеджером компетенции с возможным привлечением экспертного сообщества.

Управление компетенцией в рамках конкретного чемпионата осуществляется Главным экспертом по компетенции в соответствии с регламентом чемпионата.

7. ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЧЕМПИОНАТЕ

См. комплект документов по охране труда компетенции.

7.2 СПЕЦИФИЧНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КОМПЕТЕНЦИИ

Специфических требований нет.

Концепция экологической ответственности предполагает:

- вторичное использование материалов;
- использование экологически чистых материалов.

8. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

8.1. ИНФРАСТРУКТУРНЫЙ ЛИСТ

Инфраструктурный лист включает в себя всю инфраструктуру, оборудование и расходные материалы, которые необходимы для выполнения Конкурсного задания. Инфраструктурный лист обязан содержать пример данного оборудования и его чёткие и понятные характеристики в случае возможности приобретения аналогов.

При разработке Инфраструктурного листа для конкретного чемпионата необходимо руководствоваться Инфраструктурным листом, размещённым на форуме экспертов Менеджером компетенции. Все изменения в Инфраструктурном листе должны согласовываться с Менеджером компетенции в обязательном порядке.

На каждом конкурсе технический эксперт должен проводить учет элементов инфраструктуры. Список не должен включать элементы, которые попросили включить в него эксперты или конкурсанты, а также запрещенные элементы.

По итогам соревнования, в случае необходимости, Технический эксперт и Главный эксперт должны дать рекомендации Оргкомитету чемпионата и Менеджеру компетенции об изменениях в Инфраструктурном листе.

8.2. МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ ЯЩИКЕ (ТУЛБОКС, TOOLBOX)

Неопределенный

8.3. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, ЗАПРЕЩЕННЫЕ НА ПЛОЩАДКЕ

Эксперты могут запретить использование любых предметов, которые не будут сочтены обычными инструментами, и могут дать какому-либо участнику несправедливое преимущество. Их иметь при себе нельзя. Все предметы подобного рода необходимо изготовить на месте, если в этом есть необходимость.

Нельзя привозить:

- заранее готовый спутник или заранее собранные составные сборки его узлов,
- собственные стенды для любых видов испытаний, кроме КПА покупных приборов,
- готовую бортовую кабельную сеть спутника или заготовки для нее,
- собственные уникальные бортовые приборы и системы в собранном виде (должны быть разобраны до уровня печатных плат, без корпусов),
- опасные материалы (ВВ, яды и т. д.).

Участник конкурса должен иметь при себе инструменты, специализированное оборудование и необходимые ему материалы, не охваченные Инфраструктурным списком. Их необходимо предъявить Экспертам для осмотра до начала конкурса.

- свои станки механической обработки
- покупные инженерные модели любых бортовых систем, выпускаемых серийно, или компоненты для сборки бортовых систем собственной

разработки для их сборки и испытаний во время проведения соревнований, с учетом перечисленных выше ограничений по характеристикам;

- элементы конструкции аппарата и материал для ее доработки;
- вспомогательное оборудование массой до 100 кг;
- оборудование ЦУПа;
- Контрольно-поверочное оборудование бортовых приборов, которые команда собирается использовать в своем спутнике.

Инструментальный ящик участника должен иметь размеры, подходящие для его рабочего места: он не может находиться в проходе, нарушать границы рабочего места других участников, или создавать препятствия для свободного передвижения участника или Экспертов по участку проведения работ.

8.4. ПРЕДЛАГАЕМАЯ СХЕМА КОНКУРСНОЙ ПЛОЩАДКИ

Схема конкурсной площадки (см. иллюстрацию).

План застройки компетенции WorldSkills Russia
 «Инженерия космических систем» для возрастной категории 16-20 лет



9. ОСОБЫЕ ПРАВИЛА ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ 14-16 ЛЕТ

Время на выполнения задания 4 часа в день.

При разработке Конкурсного задания и Схемы оценки учитывается специфика и ограничения применяемой техники безопасности и охраны труда для данной возрастной группы. Так же учитываются антропометрические, психофизиологические и психологические особенности данной возрастной группы. Тем самым Конкурсное задание и Схема оценки затрагивает не все блоки и поля WSSS.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ КОМПЕТЕНЦИИ ДЛЯ ВОЗРАСТНОЙ КАТЕГОРИИ 10-16 ЛЕТ

Тезисно перечислим эти операции:

- разработка и численное моделирование циклограммы работы бортовых систем спутника
- выбор бортовых приборов и систем
- выбор циклограммы работы режимов ориентации
- настройка коэффициентов усиления PD-регулятора системы стабилизации и ориентации с помощью маховиков
- расчет энергобаланса на борту
- расчет площади панелей солнечных батарей (СБ)
- расчет требуемой ёмкости аккумуляторных батарей (АБ)
- проверочный расчет энергобаланса на борту
- оценка стоимости проекта.

Компоновка спутника в 3D

- Работа в САПР SolidWorks, базовые умения работы с деталями и сборками, понятия центра масс и момента инерции и принципов действий для их приведения к требуемым значениям, умение подготавливать рациональные

расчётные 3D-модели изделий, владение общими понятиями об эргономике при сборке и эксплуатации изделия

- умение выполнять сборочные и монтажные чертежи и спецификации;

Разработка бортового ПО

- проектирование архитектуры бортовой информационной сети

- на основе шаблонов кода, реализация требуемого функционала и алгоритмов без привязки к аппаратной части, с использованием открытых библиотек и компиляторов на C/C++

-самостоятельная разработка высокоуровневых протоколов обмена, использование открытых высокоуровневых протоколов информационного обмена

- работа в среде разработки Notepad++,

- чтение принципиальных электрических схем разработчиком ПО,

- использование интерпретирующего языка Python,

- тестирование разработанного встроенного ПО.

Разработка, изготовление, проверка бортовой кабельной сети

- пайка разъемов, жгутовка проводов

- контроль целостности проводки

- резервирование линий

- контроль надежности пайки

- выбор типа проводки и изоляции

- контроль изоляции, масса проводки

- наличие защиты от КЗ

- наличие экранирования

Автономные испытания бортовых приборов систем управления, ориентации и стабилизации

- Выполнение программы и методика испытаний отдельных приборов (ПМИ).

Калибровка датчиков ориентации

- использование имитатора Солнца для испытаний солнечного датчика
- использование имитатора магнитного поля для магнитометра
- использование поворотного стола для датчика угловой скорости
- статистическая обработка результатов измерений
- контроль полей зрения приборов;

Сборка космического аппарата

- умение читать сборочные чертежи, электрические схемы, спецификации и перечни элементов
- соблюдение последовательности сборки
- разработка и изготовление специальной оснастки
- умение пользоваться инструментом, фиксаторами, лаками
- культура производства
- фактическая прокладка кабельной сети
- соответствие фактической конструкции 3D-модели
- знание типов применяемого инструмента для выполнения типовых операций
- выполнения правил техники безопасности
- умение быстро и рационально устранять неисправности и заменять вышедшие из строя блоки и приборы
- знать общие принципы и правила работы в чистых помещениях
- разработка ПМИ аппарата;

Комплексные функциональные испытания КА

- Автономные испытания приборов в составе спутника согласно ПМИ

- проведение ПМИ аппарата
- контроль работы датчика отделения основных режимов работы спутника;

Комплексные испытания бортовых систем ориентации и стабилизации

- Адаптация аппарата на аэродинамический подвес
- создание необходимой оснастки
- контроль работы режима системы ориентации, необходимого для выполнения спутником целевой задачи;

Обслуживание КА на пусковой базе

- умение читать и выполнять требования корректных сборочных - чертежей, электрических схем, спецификаций, перечни элементов и инструкции по эксплуатации и сборке
- выполнения правил техники безопасности при работе на пусковой базе
- умение быстро и рационально устранять неисправности и заменять вышедшие из строя блоки и приборы, не требующие полной разборки КА
- знать общие принципы и правила работы в чистых помещениях на пусковой базе
- уметь «прозванивать» и опрашивать основные цепи и блоки КА через отладочные разъёмы в соответствии с инструкцией.

ПРИЛОЖЕНИЯ К ЗАДАНИЮ

Приложение 1

Пример задания для программы SX-Modeler.

1. Имя сценария.

Имя сценария	Chibis-M
--------------	----------

2. Имя спутника.

Имя спутника	Chibis-M
--------------	----------

3. Время начала моделирования.

Время начала моделирования, ДД /ММ / ГГГГ	7	1	22:54:55
ЧЧ : ММ : СС (UTC)	1	0	

4. Время завершения моделирования.

Время завершения моделирования, ДД /ММ / ГГГГ	1	1	22:54:55
ЧЧ : ММ : СС (UTC)	0	/	

5. Параметры орбиты.

Тип модели	Кеплерова
Наклонение, градусы	
Эксцентриситет	
Аргумент перицентра, градусы	
Параметр орбиты, м	
Долгота восходящего узла, градусов	
Время с момента последнего	

прохождения перицентра, сек	
-----------------------------	--

6. Координаты зоны съемки.

Название	Париж
Широта, град	48.8 с.ш.
Долгота, град	2.2 в.д.

7. Координаты приемной станции.

Название	Мумбай
Широта	19 с.ш.
Долгота	72.8 в.д.

8. Характеристики спутника.

Масса, кг	
Момент инерции J_{xx} , кг*м ²	
Момент инерции J_{yy} , кг*м ²	
Момент инерции J_{zz} , кг*м ²	
Максимальный недиагональный элемент, кг*м ²	
Макс. погрешность опред. J_{ij} , %	
Габарит по оси X, м	
Габарит по оси Y, м	
Габарит по оси Z, м	
Положение центра масс X, м	
Положение центра масс Y, м	
Положение центра масс Z, м	

9. Энергопотребление систем спутника: напряжение 12 в, мощность (Вт).

	Р, Вт	I, А	Масса, г
БВМ			

Блок управления полезной нагрузкой			
Камера			
Передатчик			
Блок управления системы определения ориентации			
Магнитометр			
Солнечный датчик	0		
Блок управление системой стабилизации			
Электромагнитные катушки			
Двигатели-маховики			
Система энергопитания			

10. Характеристики системы энергопитания спутника.

КПД, в %	0
Ёмкость аккумулятора, Ач	
Нормальная глубина разряда АБ, в %	
Допустимая глубина разряда АБ, в %	70
Критическая глубина разряда АБ, в %	
Макс. ток заряда АБ, А	35
Макс. ток разряда АБ, А	35
Напряжение бортовой сети, В	12

11. Расположение панелей солнечных батарей.

--	--

X	
X	-
Y	
Y	-
Z	
Z	
SX, м2	
SY, м2	
SZ, м2	

12. Начальные условия по отделению от носителя.

Нутация, град	
Прецессия, град	
Собственное вращение, град	
WX, град/сек	
W	
WZ, град/сек	

Схема взаимного расположения ИСЗ, места съемки и углов выставления имитатора солнца.

Данные в таблице заполняются в день С-2 и утверждаются экспертами (входит в 30%-ое изменение КЗ)

1. Использование магнитной рамки

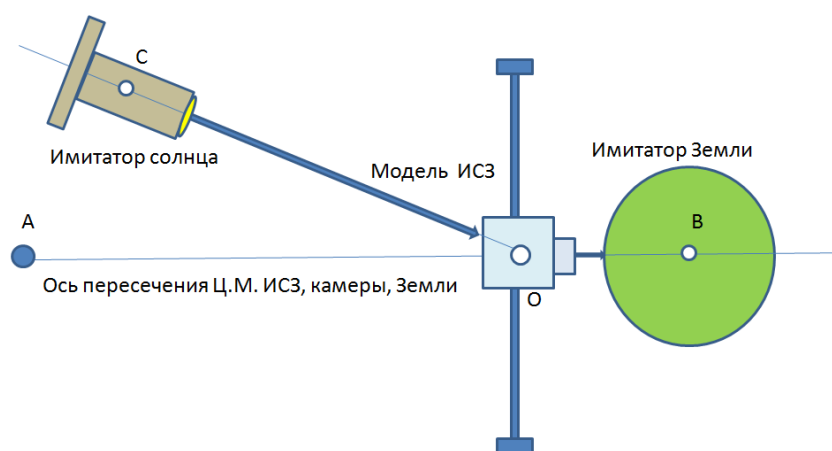


Рисунок 5.2.1 – Схема использования магнитной рамки

2. Использование стенда полунатурного моделирования

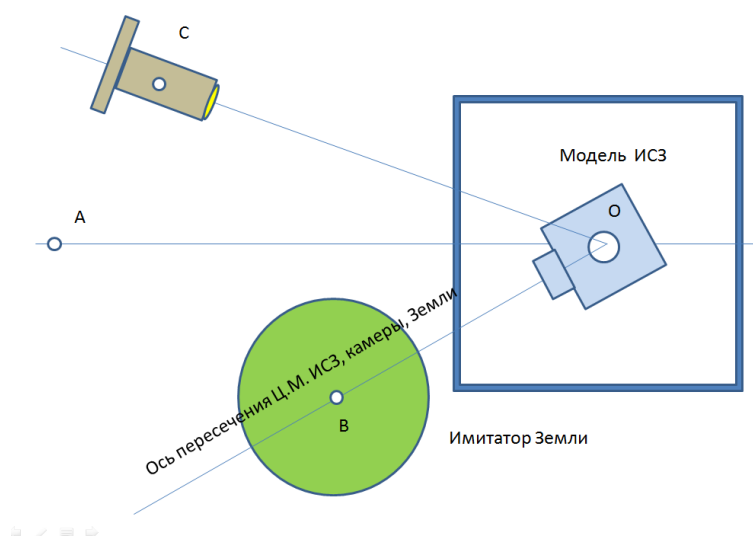


Рисунок 5.2.2 – Схема использования стенда полунатурного моделирования

3. Таблица углов

№ варианта.	Привязка к объекту на площадке по точкам на схеме	Угол, град.	Примечание
1.	Прожектор – спутник – Земля	180°	
2.	Прожектор – спутник – Земля	110°	
3.	Прожектор – спутник – Земля	245°	

I. Отчет о проведении численного моделирования

Расчет циклограммы работы системы энергопитания спутника для съемки Земли из космоса.

Цель: оценка возможности выполнения спутником задачи по съемке заданного района Земли и передаче данных на землю.

Print Screen:

1. Общий вид системы моделирования: карта с трассой спутника

Print Screen:

2. Общий вид системы моделирования: 3D-вид спутника с опорной и связанной системами координат.

3. На околоземную орбиту запущен спутник со следующими характеристиками:

4. Характеристики орбиты:

5. Название и координаты зоны съемки:

6. Название и координаты приемной станции:

7. Время начала моделирования:

8. Время окончания моделирования:

9. Приложение **Sputnix Modeler (SX-Modeler)** показало, что требуемые моменты включения камеры и передатчика следующие:

	Время включения ГГГГ.ММ.ДД,	Время выключения ГГГГ.ММ.ДД,
--	--------------------------------	---------------------------------

	ЧЧ:ММ:СС	ЧЧ:ММ:СС
Съемка		
Передача данных		
Количество о сеансов:	Съёмки, шт	Связи, шт

Print Screen:

10. Результат численного моделирования циклограммы работы системы энергопитания (графики – 3 шт.):

11. Максимальный уровень разряда аккумулятора на витке:

Выводы: Система энергопитания обеспечивает работу спутника по циклограмме, при этом уровень разряда аккумулятора не превышает _____ %.

III. Изготовление кабелей и шлейфов.

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

IV. 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			

V. Расчет массы аппарата

1. Масса аппарата по 3D модели, кг
-

VI. 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

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		

VII. Отчет о разработке программного кода.

2. Отчет о стоимости спутника

Цель: рассчитать стоимость бортовых систем, а также стоимости сборки, испытаний, запуска и эксплуатации разрабатываемого спутника. Расчетная модель: SSCM. Средство расчета: SputnikSatellite Modeler

1. Результаты:

№ п/п	Название	Оценка стоимости, \$	Примечание
Подсистемы			
1	Система ориентации стабилизации		
2	Система энергопитания		
3	Система телеметрии и телекоманд		
4	Система терморегулирования		
5	Система навигации		
6	Конструкция		
7	Полезная нагрузка		
Сборка, испытания			
8			
Запуск			
9	Транспортировка		
10	Работа на космодроме		
11	Услуга по запуску		
Эксплуатация			
12	Наземная станция приема		
13	Сопровождение		

Перечень информации, хранящейся в папке для участников чемпионата.

1. Папка для конструкторов-проектировщиков:
 - 3D-модели датчиков и систем набор конструктора «Орбикрафт»
2. Папка для радиоэлектронщиков и схемотехников:
 - SX-Modeler
 - ОВС
 - Ground_Control_X
3. Папка для программистов:
 - notepad_r115
 - Описание функций_примеры кодов_C_Python
 - Библиотеки С
4. Папка вспомогательных программ:
 - Apache_OpenOffice
 - WinRar
5. Вариант 30% изменений КЗ Приложения №1
6. Конкурсное задание
7. Техническое описание
8. Текстовый редактор с ссылками на скачивание SX-Modeler

Список приложений, данные в которых заполняются экспертами в день (С-2) 30% изменений конкурсного задания и утверждаются экспертами:

1. Приложение № 1. Пример задания для программы SX-Modeler.
2. Приложение № 2. Схема взаимного расположения ИСЗ, места съемки и углов выставления имитатора солнца.
3. Приложение № 5. Чертеж или эскиз КА.
4. Приложение № 6. Разработка СЭП для системы раскрытия солнечных батарей.
5. Приложение № 7. Разработка привода системы раскрытия солнечных батарей.

Список рекомендуемых программ и сайтов, необходимых для подготовки и проведения соревнования:

1. Сайт описания работы конструктора <https://www.wiki.orbicraft.ru>
2. Среда программирования с встроенным компилятором NOTEPAD++
<https://wiki.orbicraft.ru/doku.php?id=software>
3. Программа САЕ SolidWorks 2014 и ранее: <http://www.solidworks.ru/>
4. Иммитация наземного ЦУП – прием изображений и сигналов GroundControl_X
<http://wiki.orbicraft.ru/doku.php?id=software>
5. Программа открытого ПО численного моделирования SX_Modeler+OBC
<https://sourceforge.net/projects/sputnixsatellit/files/?source=navbar>
6. Драйвера (USBDriver + OBCDriver)
<https://sourceforge.net/projects/sputnixsatellit/files/?source=navbar>
7. Программа 3D моделирования 3D-Max <https://www.autodesk.ru/products/3ds-max/overview>
8. Среда разработки Arduino_IDE <https://www.arduino.cc/>
9. Office MS <https://products.office.com/ru-ru/home>
10. Программа для тепловых расчетов <https://sourceforge.net/p/thorium/wiki/Home/>
Программа для тепловых расчетов Code-Aster <https://www.laduga.ru/salome/index.shtml>
11. Программа для трассировки плат <http://www.zenitpcb.com/>
<http://www.PiCad.com>
12. Программа для предварительной оценки стоимости Small Satellite Cost Model
<http://www.aerospace.org/research/space-systems-infrastructure/small-satellite-cost-model/>
13. Программа <http://www.festi.info/boxes.py/>
14. Сайт о составе и конструкции спутников <https://eoportal.org/web/eoportal/home>
15. программа для моделирования профилей Slicer 360
<https://apps.autodesk.com/FUSION/en/Detail/Index?id=8699194120463301363&os=Win64&appLang=en>

**Пункты Конкурсного задания, отмеченные (*) и выделенные курсивом не обязательны к выполнению.*



www.airgunturk.com