

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ

Инженерия космических систем

Автономная некоммерческая организация «Агентство развития профессионального мастерства (Ворлдскиллс Россия)» 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	11
1.3. АССОЦИИРОВАННЫЕ ДОКУМЕНТЫ	11
2. СПЕЦИФИКАЦИЯ СТАНДАРТА WORLDSKILLS (WSSS)	13
2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СПЕЦИФИКАЦИИ СТАНДАРТОВ WORLDSKILLS (WSSS)	13
3. ОЦЕНОЧНАЯ СТРАТЕГИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ	20
3.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	20
4. СХЕМА ВЫСТАВЛЕНИЯ ОЦЕНКИ	21
4.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ	21
4.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ	22
4.3. СУБКРИТЕРИИ	22
4.4. АСПЕКТЫ	23
4.5. МНЕНИЕ СУДЕЙ (СУДЕЙСКАЯ ОЦЕНКА)	25
4.6. ИЗМЕРИМАЯ ОЦЕНКА	25
4.7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРИМЫХ И СУДЕЙСКИХ ОЦЕНОК	25
4.8. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ	27
4.9. РЕГЛАМЕНТ ОЦЕНКИ	31
5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ	32
5.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	32
5.2. СТРУКТУРА КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ	32
5.3. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ	36
5.4. МОДУЛИ ЗАДАНИЯ И НЕОБХОДИМОЕ ВРЕМЯ	40

5.5 УТВЕРЖДЕНИЕ КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ	46
5.6. СВОЙСТВА МАТЕРИАЛА И ИНСТРУКЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ	46
6. УПРАВЛЕНИЕ КОМПЕТЕНЦИЕЙ И ОБЩЕНИЕ	47
6.1 ДИСКУССИОННЫЙ ФОРУМ	47
6.2. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ ЧЕМПИОНАТА	47
6.3. АРХИВ КОНКУРСНЫХ ЗАДАНИЙ	47
6.4. УПРАВЛЕНИЕ КОМПЕТЕНЦИЕЙ	48
7. ТРЕБОВАНИЯ охраны труда и ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ	48
7.1 ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЧЕМПИОНАТЕ	48
7.2 СПЕЦИФИЧНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КОМПЕТЕНЦИИ	48
8. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	48
8.1. ИНФРАСТРУКТУРНЫЙ ЛИСТ	48
8.2. МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ ЯЩИКЕ (ТУЛБОКС, TOOLBOX)	49
Нулевой тулбокс.	49
8.3. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, ЗАПРЕЩЕННЫЕ НА ПЛОЩАДКЕ	49
8.4. ПРЕДЛАГАЕМАЯ СХЕМА КОНКУРСНОЙ ПЛОЩАДКИ	49
9. ОСОБЫЕ ПРАВИЛА ДЛЯ ЧЕМПИОНАТОВ ВУЗ.	50
10. ОСОБЫЕ ПРАВИЛА ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ 10-16 ЛЕТ	50

Copyright © 2021 Автономная некоммерческая организация "Агентство развития профессионального мастерства (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 нагрузок, 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 компонентов, 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 др.
- 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 имитационное моделирование 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.

Разработка технологической карты с описанием технологического процесса сборки (последовательности сборки) функциональной модели космического аппарата в комнате с ограничением доступа и требованием соблюдать правила работ и условия нахождения в чистой комнате.

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

- Компонировка 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++, Python.
- самостоятельная разработка высокоуровневых протоколов обмена, использование открытых высокоуровневых протоколов информационного обмена.
- работа в среде разработки Notepad++.
- чтение разработчиком ПО принципиальных электрических схем;
- использование интерпретирующего языка Python и C/C++.
- Организация тестирования разработанного встроенного ПО.

- Разработка, изготовление, проверка бортовой кабельной сети

- пайка разъемов, жгутовка кабелей.
- 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;
- 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 проверять работоспособность 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 проверять работоспособность 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.

Раздел	Важность (%)
1	Организация работы и управление процессом
	<p>18</p> <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;

	<ul style="list-style-type: none"> ● 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; ● 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, *.stl для работы на станках лазерной резки и 3D печати; ● работать на 3D-принтере и за станком для лазерной резки; ● выполнять имитационные моделирование движения спутника по орбите; ● производить сборку спутника согласно разработанной 3D-модели; 	

	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Коммуникативные способности и навыки межличностного общения	9
	<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 	

	<p>решения по достижении решения вопросов;</p> <ul style="list-style-type: none"> • читать, интерпретировать и извлекать технические данные и другую необходимую информацию из документации. 	
3	Проведение испытания бортовых систем спутника	26
	<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 ориентации спутника по трем осям по показаниям магнитометра и солнечного датчика; 	

	<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 ● оценивать качество изображения, полученного с камеры при помощи миры. 	
4	Разработка программных решений	22
	<p>Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● основы проектирования, моделирования и программирования на C/C++, Python ● важность рассмотрения всех возможных вариантов и выбора лучшего решения для выполнения спутником поставленных задач; ● функциональные возможности языка C/C++, Python ● 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/C++, Python 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 	

	<p>потенциальные источники магнитного поля внутри него;</p> <ul style="list-style-type: none"> вносить соответствующие поправки в бортовое ПО измерений бортового магнитометра; важность точного и систематического контроля и анализа выполненных задач. 	
5	Решение проблем, инновации и креативность	18
	<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; 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. 	
6	Оформление и ведение документации. Соблюдение культуры производства	7
	<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.	
	Специалист должен уметь: <ul style="list-style-type: none"> • оформлять необходимую документацию в соответствии с требованиями к ней; • 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:

✓ Для чемпионатов (среди участников возрастных категорий 10-12, 12-14, 14-16 лет):

Критерий											Итого баллов за раздел WSSS
Разделы Спецификации стандарта WS (WSSS)		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
	1	3	1		3	6	2	1	1	1	18
	2	1			0.5	1	4	0.5	1	1	9
	3			4	3.5		10	8.5			26
	4	6	3	1	3			9			22
	5	3	2	8				5			18
	6	2	2	2					1		7
Итого баллов за критерий		15	8	15	10	7	16	24	3	2	100

✓ для участников возрастной категории 16-22 года и вузовских чемпионатов:

Критерий										Итого баллов за раздел WSSS
Разделы Спецификации стандарта WS (WSSS)		A	B	C	D	E	F	G	H	
	1	3	1		3	6	2	2	1	18
	2	1			0.5	4	1	1.5	1	9
	3			4	3.5		14	4.5		26
	4	8	4	1	3			6		22
	5	2	2	8				6		18
	6	1	1	2					3	7
Итого баллов за критерий		15	8	15	10	10	17	20	5	100

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.

✓ Для чемпионатов (среди участников возрастных категорий 10-12, 12-14, 14-16 лет):

Критерий		Баллы		
		Мнение судей	Измеримая	Всего
A	3D-проектирование компоновки КА	0	15	15
B	Имитационное моделирование КА в ПО SX Modeler. Расчет энергобаланса на борту.	0	8	8
C	Проверка и программирование датчиков, систем КА, целевой аппаратуры. Автономные испытания датчиков и систем спутника.	0	15	15
D	Разработка и отладка программного кода полной циклограммы работы КА. Изготовление, сборка, проверка работоспособности систем КА	0	10	10
E	Сборка спутника	0	7	7
F	Полунатурные испытания КА.	0	16	16
G	Решение целевой задачи.	0	24	24
H	Оценка стоимости проекта. Бережливое производство.	0	3	3
I	Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места	0	2	2
Всего		0	100	100

✓ для участников возрастной категории 16-22 года и вузовских чемпионатов:

Критерий		Баллы		
		Мнение судей	Измеримая	Всего
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 и отладка программного кода полной циклограммы работы МКА.	0	10	10
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
Всего		0	100	100

4.8. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ

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

- ✓ Для чемпионатов (среди участников возрастных категорий 10-12, 12-14, 14-16 лет):

Наименование критерия		Методика проверки навыков в критерии
A	3D-проектирование компоновки КА.	В данном модуле судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку качества разработанных материалов (3D модель МКА, детали, сохраненные в форматах для 3d-печати, лазерной резки, изготовления на фрезерном станке). Проверяется также полнота заполнения документации.
B	Имитационное моделирование КА в ПО SX Modeler. Расчет энергобаланса на борту.	Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку предоставленных материалов, посредством моделирования работы участников и проверки полноты заполнения документации.
C	Поверка и программирование датчиков, систем, целевой аппаратуры. Автономные испытания спутника	Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку предоставленных материалов: разработанные коды проверки датчиков и систем, алгоритмы работы КА на орбите. Проверяется также полнота заполнения документации.
D	Разработка и отладка программного кода полной циклограммы работы КА. Изготовление, сборка, проверка работоспособности систем КА	Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку предоставленных материалов, посредством моделирования работы. Проверяется также качество пайки кабеля, проектирования и изготовления платы.
E	Сборка спутника.	Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку предоставленных материалов согласно технологической карте сборки.
F	Полунатурные испытания КА.	Судьи, согласно схеме оценки, выполняют визуальную проверку собранного космического аппарата на предмет отсутствия механических повреждений и готовности к функциональным испытаниям.

G	Решение целевой задачи.	Судьи, согласно схеме оценки, 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.
H	Оценка стоимости проекта. Бережливое производство.	Судьи, согласно схеме оценки, контролируют планировку рабочего места, то есть рациональное пространственное размещение всех элементов оборудования, технологической и организационной оснастки, инвентаря, которые обеспечивают экономное использование материала, ресурсов, безопасности труда.
I	Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места.	Судьи, согласно схеме оценки, проверяют качество выполнения модуля конкурсантами, оценивают подготовку и состояние рабочего места в процессе работы, внутрикомандное взаимодействие, взаимодействие с экспертами, выполнение норм безопасности по работе с оборудованием на рабочем месте, а также коммуникативные навыки.

✓ для участников возрастной категории 16-22 года и вузовских чемпионатов:

Наименование критерия		Методика проверки навыков в критерии
A	3D-проектирование компоновки КА.	В данном модуле судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку качества разработанных материалов (3D модель МКА, детали, сохраненные в форматах для 3d-печати, лазерной резки, изготовления на фрезерном станке). Проверяется также полнота заполнения документации.
B	Разработка технологической карты сборки функциональной модели космического аппарата. Разработка и проектирование печатных плат отдельных систем КА.	Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку качество и последовательность этапов сборки КА, согласно логике технологического процесса.

C	Проверка и программирование датчиков, систем МКА, целевой аппаратуры. Автономные испытания спутника.	Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку предоставленных материалов: разработанные коды проверки датчиков и систем, алгоритмы работы КА на орбите. Проверяется также полнота заполнения документации.
D	Разработка и отладка программного кода полной циклограммы работы МКА. Изготовление, сборка, проверка работоспособности систем МКА.	Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку предоставленных материалов, посредством моделирования работы. Проверяется также качество пайки кабеля, проектирования и изготовления платы.
E	Сборка спутника.	Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку предоставленных материалов согласно технологической карте сборки.
F	Полунатурные испытания КА.	Судьи, согласно схеме оценки, выполняют визуальную проверку собранного космического аппарата на предмет отсутствия механических повреждений и готовности к функциональным испытаниям.
G	Решение целевой задачи.	Судьи, согласно схеме оценки, 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.
H	Бережливое производство. Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места	Судьи, согласно схеме оценки, контролируют планировку рабочего места, то есть рациональное пространственное размещение всех элементов оборудования, технологической и организационной оснастки, инвентаря, которые обеспечивают экономное использование материала, ресурсов, безопасности труда; проверяют качество выполнения модуля конкурсантами, оценивают подготовку и состояние рабочего места в процессе работы, внутрикомандное взаимодействие, взаимодействие с экспертами, выполнение норм безопасности по работе с оборудованием на рабочем месте, а также коммуникативные навыки.

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 по каждой чемпионатной линейке:

- ВУЗовская: возраст старше 17-35 лет, продолжительность не более 16 часов

- региональная: возраст старше 16-22 лет, продолжительность не более 22 часов

- Юниорская: 10-12 лет, продолжительность не более 12 часов

- Юниорская: 12-14 лет, продолжительность не более 12 часов

- Юниорская: 14-16 лет, продолжительность не более 12 часов

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

✓ Для чемпионатов (среди участников возрастных категорий 10-12, 12-14, 14-16 лет):

Конкурсное задание содержит 9 модулей:

Модуль А. 3D-проектирование компоновки КА.

В данном модуле основной задачей конкурсантов является определение

общих решений поставленной глобальной задачи, определение типа оборудования и программного обеспечения, осуществление подготовки общего решения, чтобы довести выполнение Конкурсного задания до логического завершения.

Модуль В. Имитационное моделирование КА в ПО SX Modeler. Расчет энергобаланса на борту.

В данном модуле участникам необходимо провести численное моделирование космического аппарата в специализированном программном обеспечении, оценить циклограмму работы спутника на орбите с учетом полученных исходных данных.

Модуль С. Поверка и программирование датчиков, систем, целевой аппаратуры. Автономные испытания спутника

В данном модуле участникам необходимо разобраться с выбором языка программирования, архитектурой бортового программного обеспечения, средой разработки, способом сборки, прошивки, отладки бортового программного обеспечения, составить алгоритмы работы космического аппарата.

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

В данном модуле участники продолжают выполнение задания по обеспечению работоспособности систем и устройств собираемой модели спутника, проверяют и документируют проект бортовой кабельной сети, выполняют расчеты, проектирование и адаптацию с собираемой моделью космического аппарата системы раскрытия и поворота солнечных батарей и систему энергоснабжения для нее.

Модуль Е. Сборка спутника.

После выполнения предыдущих модулей начинается сборка космического 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).

Модуль F. Полунатурные испытания КА.

Участникам необходимо вынести собранный спутник из чистой комнаты и установить на стенд полунатурных испытаний, в присутствии экспертов провести первичные испытания по подтверждению качества работы сборки. После проведения внешней первичной оценки приступить к пошаговому тестированию всех бортовых приборов в составе макета, используя разработанное им «стендовое» ПО.

Модуль G. Решение целевой задачи.

При выполнении модуля участники прошивают на борт программы, написанные им ранее на конкурсной площадке и предоставляет экспертам к оценке испытания космического аппарата на подвижном стенде (по циклу).

Модуль H. 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. 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. 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.

Модуль I. Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места.

В ходе выполнения конкурсного задания каждому члену команды (их 3) 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.

✓ для участников возрастной категории 16-22 года и вузовских чемпионатов:

Конкурсное задание содержит 8 модулей:

Модуль А. 3D-проектирование компоновки МКА.

В данном модуле основной задачей конкурсантов является определение общих решений поставленной глобальной задачи, определение типа оборудования и программного обеспечения, осуществление подготовки общего решения, чтобы довести выполнение Конкурсного задания до логического завершения.

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

В данном модуле участникам необходимо разработать первичный технологический документ, дающий объемное представление о процессе сборки МКА, то есть графически отобразить состав и последовательность сборки деталей и сборочных единиц готового изделия.

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

В данном модуле участникам необходимо разобраться с выбором языка программирования, архитектурой бортового программного обеспечения, средой разработки, способом сборки, прошивки, отладки бортового программного обеспечения, составить алгоритмы работы космического аппарата.

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

В данном модуле участники продолжают выполнение задания по

обеспечению работоспособности систем и устройств собираемой модели спутника, проверяют и документируют проект бортовой кабельной сети, выполняют расчеты, проектирование и адаптацию с собираемой моделью космического аппарата системы раскрытия и поворота солнечных батарей и систему энергоснабжения для нее.

Модуль Е. Сборка спутника.

После выполнения предыдущих модулей начинается сборка космического 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).

Модуль F. Полунатурные испытания МКА.

Участникам необходимо вынести собранный спутник из чистой комнаты и установить на стенд полунатурных испытаний, в присутствии экспертов провести первичные испытания по подтверждению качества работы сборки. После проведения внешней первичной оценки приступить к пошаговому тестированию всех бортовых приборов в составе макета, используя разработанное им «стендовое» ПО.

Модуль G. Решение целевой задачи.

При выполнении модуля участники прошивают на борт программы, написанные им ранее на конкурсной площадке и предоставляет экспертам к оценке испытания космического аппарата на подвижном стенде (по циклу).

Модуль H. Бережливое производство. Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места.

Параллельно с работой по сборке, испытаниям аппарата участниками оформляется документация, от качества которой зависит, поймет ли сторонний наблюдатель, зачем создан тот или иной документ и пригоден ли для дальнейшей работы. 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.

В ходе выполнения конкурсного задания каждому члену команды (их 3) 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.

5.3. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ

Общие требования:

Конкурсное задание состоит из заданий, включающих 9 модулей для региональной (среди участников возрастных категорий 10-12, 12-14, 14-16 лет) и 8 модулей для участников возрастной категории 16-22 года и вузовских чемпионатов. Задания модулей необходимо выполнить за три соревновательных дня на чемпионатах региональных, и за два дня в чемпионатах вузовской линейки. Продолжительность каждого модуля регламентирована. Порядок выполнения модулей последовательный. Изменение порядка модулей допускается при согласовании с Менеджером Компетенции. Обсуждение организационных вопросов, связанных с конкурсной документацией, производится на форуме экспертов - <http://forums.worldskills.ru>

5.3.1. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЛИНЕЙКИ

Участникам предлагается выполнить конкурсное задание - разработать проект малого космического аппарата - искусственного спутника, способного выполнять различные целевые задачи. В процессе проведения соревнования

конкурсантам необходимо выполнить 3D-модель, изготовить корпус (опционально - его составляющие) и разработать часть электронного оборудования, осуществить сборку функционального макета и провести основные полунатурные испытания, выполнив инженерные расчеты и провести имитационное моделирование КА.

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

Уже спроектированная модель спутника собирается командой в условно чистой комнате с соблюдением правил работы и нахождения в ней, используя детали, системы, устройства, элементы крепления, изготовленные собственными силами, а также стандартные компоненты, примером которых могут служить компоненты, входящие в состав набора конструктора спутника «ОрбиКрафт».

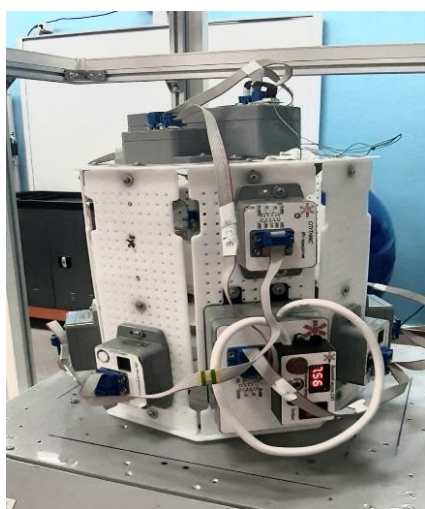


Рис. 1. Общий вид набора конструктора «Орбикрафт»

Собранный аппарат должен пройти испытания на специальном стенде полунатурного моделирования и подтвердить свою работоспособность.



Рис. 2. Имитатор магнитного поля Земли с аэродинамическим подвесом и ПУИТ



Рис. 3. Магнитная рамка (имитатор магнитного поля Земли) с подвесом, имитатор Земли, имитатор Солнца

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

Конкурсантам необходимо обеспечить получение Центрами управления полетом (ЦУП) максимально оперативно, т.е. в максимально короткое время,

как можно большего количества качественных изображений заданных географических областей в течение активного срока существования КА, при этом спутник должен максимально выполнить поставленные перед ним задачи.

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

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

5.4. МОДУЛИ ЗАДАНИЯ И НЕОБХОДИМОЕ ВРЕМЯ

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 и роли по трудовым функциям внутри группы и по конкурсным дням, о чем сделать соответствующие записи в Приложении итогового отчета:

- Конструктор - проектировщик (выполняет трудовые функции **конструктора-проектировщика**) – первый участник;
- Радиоэлектронщик - схемотехник (выполняет трудовые функции **радиоинженера**) – второй участник;
- Системный программист (выполняет трудовые функции **программиста, системного программиста**) – третий участник;

- Слесарь-сборщик КА (выполняет трудовые функции техника, слесаря-сборщика) – могут выполнять все участники в команде при сборке модели КА

Модуль А: 3D-проектирование компоновки КА

В данном модуле основной задачей конкурсантов является определение общих решений поставленной глобальной задачи, определение типа оборудования и программного обеспечения, осуществление подготовки общего решения, чтобы довести выполнение Конкурсного задания до логического завершения. Необходимо выполнить проектирование и моделирование деталей, узлов и систем космического аппарата в программе твердотельного моделирования

Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку разработанных материалов.

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

Дать название разрабатываемому малому космическому аппарату любым известным способом и в дальнейшем использовать эту аббревиатуру. Необходимо разработать технологическую карту с описанием технологического процесса сборки (последовательности сборки) функциональной модели космического аппарата в комнате с ограничением доступа и требованием соблюдать правила работ и условия нахождения в чистой комнате). Далее необходимо выполнить расчет и разработать одну из служебных систем МКА, например - дополнительный стабилизированный источник питания.

Модуль С: Проверка и программирование датчиков, систем КА целевой аппаратуры. Автономные испытания датчиков и систем спутника

В данном модуле участникам необходимо разобраться с выбором языка программирования, архитектурой бортового программного обеспечения, средой разработки, способом сборки, прошивки, отладки бортового программного обеспечения, составить алгоритмы работы космического аппарата.

Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку предоставленных материалов.

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

В данном модуле участники продолжают выполнение задания по обеспечению работоспособности систем и устройств собираемой модели спутника, проверяют и документируют проект бортовой кабельной сети, выполняют расчеты, проектирование, изготовление и адаптацию с собираемой моделью космического аппарата системы раскрытия и поворота солнечных батарей и систему энергоснабжения для нее.

Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку предоставленных материалов, посредством моделирования работы.

Модуль E: Сборка спутника

После выполнения предыдущих модулей начинается сборка космического 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).

Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку предоставленных материалов согласно технологической карты сборки.

Модуль F: Полунатурные испытания КА

Участникам необходимо вынести собранный спутник из чистой комнаты и установить на стенд полунатурных испытаний, в присутствии экспертов провести первичные испытания по подтверждению качества работы сборки. После проведения внешней первичной оценки приступить к пошаговому тестированию всех бортовых приборов в составе макета, используя разработанное им «стендовое» ПО.

Судьи, согласно схеме оценки, выполняют визуальную проверку собранного космического аппарата на предмет отсутствия механических повреждений и готовности к функциональным испытаниям.

Модуль G: Решение целевой задачи

При выполнении модуля участники прошивают на борт программы, написанные им ранее на конкурсной площадке и предоставляет экспертам к оценке испытания космического аппарата на подвижном стенде (по циклу).

Судьи, согласно схеме оценки, 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. Организация рабочего места. Бережливое производство. Соблюдение правил ТБ и ОТ.

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

эксперимента, иллюстрации, выводы, заключение и список литературы, хотя в каждом конкретном случае состав оглавления может различаться.

Немаловажную роль играет внедрение в процесс выполнения работы принципов бережливого производства, т.е. вовлечение участников в процесс оптимизации рабочего пространства с целью минимизации затрат и максимальной ориентации на результат. Экспертами оценивается также планировка рабочего места, то есть рациональное пространственное размещение всех элементов оборудования, технологической и организационной оснастки, инвентаря, которые обеспечивают экономное использование материала, ресурсов, безопасности труда.

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

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 (на скорости не менее 30 Мб/с) и подключение к компьютерам локально и через роутер Wi-Fi.

5.4. РАЗРАБОТКА КОНКУРСНОГО ЗАДАНИЯ

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

5.4.1. КТО РАЗРАБАТЫВАЕТ КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ/МОДУЛЬ

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 компетенции 30% изменений в КЗ	В день С-2	В день С-2	В день С-2
Внесение предложений на Форум экспертов о модернизации 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://forums.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://forums.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)

Нулевой тулбокс.

8.3. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, ЗАПРЕЩЕННЫЕ НА ПЛОЩАДКЕ

Участник конкурса должен иметь при себе инструменты, специализированное оборудование и необходимые ему материалы, охваченные Инфраструктурным листом.

Запрещены к использованию на площадке:

- Электронные носители информации (флеш-накопитель, внешний жесткий диск и т.п.)

- Телефоны, смартфоны, планшеты, «умные» часы и подобные устройства. Во время выполнения конкурсного задания должны находиться в комнате участников.

8.4. ПРЕДЛАГАЕМАЯ СХЕМА КОНКУРСНОЙ ПЛОЩАДКИ

Схема конкурсной площадки – план застройки (см. иллюстрацию).

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



9. ОСОБЫЕ ПРАВИЛА ДЛЯ ЧЕМПИОНАТОВ ВУЗ.

Командный конкурс – 3 человека в команде. Не запрещается конкурсантам одной команды работать вместе над выполнением всего конкурсного задания. Общение между командами на конкурсной площадке не допускается. На финале МЕЖВУЗ – 2 конкурсных дня (С1 и С2)

10. ОСОБЫЕ ПРАВИЛА ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ 10-16 ЛЕТ

В возрастной категории 10-16 лет (юниоры) в компетенции выделяются возрастные подкатегории 10-12 лет, 12-14 лет, 14-16 лет. Время на выполнение конкурсного задания не более 4 часов в день. Командный конкурс – 3 человека в

команде. Не запрещается конкурсантам одной команды работать вместе над выполнением всего конкурсного задания. Общение между командами на конкурсной площадке не допускается.

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.

Модули В, Н, I в конкурсном задании для этой возрастной группы применить в следующей редакции:

Модуль В: Имитационное моделирование КА в ПО SX Modeler.

Расчет энергобаланса на борту

В данном модуле участникам необходимо провести численное моделирование космического аппарата в специализированном программном обеспечении, оценить циклограмму работы спутника на орбите с учетом полученных исходных данных.

Судьи, согласно схеме оценки, выполняют проверку предоставленных материалов.

Модуль Н: 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. 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. 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.

Судьи, согласно схеме оценки, контролируют планировку рабочего места, то есть рациональное пространственное размещение всех элементов оборудования, технологической и организационной оснастки, инвентаря, которые обеспечивают экономное использование материала, ресурсов, безопасности труда.

Модуль I: Соблюдение ТБ и ОТ. Организация рабочего места

В ходе выполнения конкурсного задания каждому члену команды (их 3) 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.

Судьи, согласно схеме оценки, проверяют качество выполнения модуля конкурсантами, оценивают подготовку и состояние рабочего места в процессе работы, взаимодействие внутри команды, взаимодействие с экспертами, выполнение норм безопасности по работе с оборудованием на рабочем месте, а также коммуникативные навыки.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ КОМПЕТЕНЦИИ ДЛЯ ВОЗРАСТНЫХ КАТЕГОРИЙ 10-12, 12-14, 14-16 ЛЕТ

Тезисно перечислим эти операции:

- разработка и численное моделирование циклограммы работы бортовых систем спутника
- выбор бортовых приборов и систем
- выбор циклограммы работы режимов ориентации
- расчет энергобаланса на борту
- расчет площади панелей солнечных батарей (СБ)

- расчет требуемой ёмкости аккумуляторных батарей (АБ)
- проверочный расчет энергобаланса на борту
- оценка стоимости проекта.

Моделирование конструкции спутника в 3D – программе:

- Работа в программном комплексе САПР SolidWorks (для возрастной группы 14-16 лет) и допускается 3D моделирование в программе 3Д Компас (для возрастной категории 10-12 и 12-14 лет), базовые умения работы с простыми 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 кабельной и информационной сети
- На основе шаблонов кода, реализация требуемого функционала и алгоритмов без привязки к аппаратной части, с использованием открытых библиотек и компиляторов на языке программирования Python (для возрастных категорий 10-12, 12-14) и на языке программирования C (для возрастной категории 14-16 лет)
- работа в среде разработки Notepad++
- чтение и разработка принципиальных электрических схем
- использование интерпретирующего языка Python (для возрастных категорий 10-12, 12-14) и на языке программирования C (для возрастной категории 14-16 лет)
- организация тестирования разработанного ПО.

Разработка, изготовление, проверка бортовой кабельной сети

- пайка разъемов, жгутовка проводов

- Контроль целостности проводки
- резервирование линий
- контроль надежности пайки
- контроль изоляции, масса проводки
- наличие экранирования

Автономные испытания бортовых приборов систем управления, ориентации и стабилизации

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;

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
- 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

Комплексные функциональные испытания КА

- автономные испытания приборов в составе спутника
- 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

- выполнения правил техники безопасности
- 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
- уметь «прозванивать» и опрашивать основные цепи и блоки КА через отладочные разъёмы в соответствии с инструкцией.