



КВАНТОРИУМ

**Международный конкурс детских инженерных
команд**

КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

**«ТРАНСФОРМИРУЕМЫЙ МОДУЛЬ
КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ»**

МОСКВА 2019

1. Тема задания заочного отборочного этапа конкурса

Создание функционирующей модели трансформируемого модуля (ТМ) космической станции

Преамбула

Космические аппараты, ракеты и другие летательные аппараты – это устройства, которые должны функционировать в различных средах, условиях и режимах. Особенно среди данного ряда будут выделяться пилотируемые объекты, в которых при заданных режимах находятся живые организмы и люди. При создании пилотируемой космической станции необходимо параллельно решать множество задач и разрабатывать целый ряд бортовых систем: систему жизнеобеспечения, систему электропитания, систему связи, систему обеспечения теплового режима и др. Результатом должен стать аппарат, способный в течение всей миссии полностью обеспечивать нормальную жизнь и работу космонавта внутри объекта. Все эти задачи будут решать инженеры-конструкторы и проектировщики космических систем.

Трансформируемый модуль – это отсек, который состоит из жёсткого каркаса и разворачиваемой мягкой оболочки, обеспечивает герметичность и сохраняет размеры на протяжении эксплуатации в космосе.

Участникам конкурса предлагается проработать вопрос, связанный с технологией изготовления космических обитаемых трансформируемых модулей с герметичной оболочкой с бортовыми системами, поддерживающими нормальные условия атмосферы внутри модуля.

Перспектива использования ТМ:

существенное увеличение полезного герметичного объёма модулей станции и повышения комфортности длительного пребывания экипажей;

обеспечение высокого массогабаритного совершенства конструкции обитаемых модулей в стартовом и рабочем положениях для обеспечения возможности их выведения существующими и перспективными ракетами-носителями.

Данный опыт может быть полезен при последующих разработках модулей, при испытаниях и создании стендов.

2. Задание заочного отборочного этапа конкурса

Разработать максимально приближенную к реальному изделию модель трансформируемого модуля с внутренним силовым каркасом и герметичной оболочкой, с действующими бортовыми системами. Модель должна выполнять следующие функции:

разворачивание герметичной оболочки из стартовой конфигурации в рабочую;

поддержание нормальных условий атмосферы внутри модуля;

передача параметров работы бортовых систем на внешний приёмный пункт управления;

обеспечение стыковки с другими моделями (прототипами модулей космической станции) с помощью унифицированных активных и пассивных стыковочных узлов;

обеспечение герметичности модуля.

Соревновательная задача: необходимо обеспечить надёжное разворачивание герметичной оболочки трансформируемого модуля с наибольшим количеством бортовых систем, обеспечивающих передачу и отображение на приёмном пункте управления наибольшего количества параметров.

Требования к устройству

Назначение: модель трансформируемого модуля космической станции предназначена для отработки, проверки инженерных решений по разворачиванию герметичной оболочки, а также отладки алгоритмов управления бортовыми системам.

Функциональные требования. ТМ должен обеспечивать функционирование следующих обязательных бортовых систем:

«Трансформируемый модуль космической станции»

система жизнеобеспечения (измерение парциального давления газа внутри модуля станции, регулирование вентиляции, поддержание газового состава);

система электропитания (источники питания, обеспечение функционирования других систем), включая солнечные батареи, вписывающиеся по требуемым габаритам;

система связи (передача информации с модели на приёмный пункт);

система разворачивания герметичной оболочки ТМ в рабочее положение;

видеотрансляция из модуля с возможностью беспроводной передачи данных (должны быть видны все элементы внутреннего объёма);

система терморегулирования (измерение и регулирование температуры, влажности);

система освещения (регулирование освещённости в зависимости от времени суток);

передача параметров всех систем должна осуществляться с помощью радиоканала на пульт управления станцией.

Технические требования. ТМ должен состоять из следующих элементов:

1. Надувная трансформируемая герметичная оболочка;
2. Внутренний каркас с возможностью размещения приборов и оборудования;
3. Макеты грузовых зон, рабочих мест экипажа и поручней во внутреннем объёме ТМ;
4. Стыковочные узлы, обеспечивающие соединение с другими модулями станции и внутренний переход с помощью люков.

Геометрические размеры всей модели ТМ космической станции (включая внешнее оборудование) должны быть следующими:

длина не более 900 мм;

ширина не более 900 мм;

высота не более 900 мм.

«Трансформируемый модуль космической станции»

Конструкция модели ТМ должна быть герметичной и обеспечивать возможность удержания внутреннего давления газа в пределах ± 0.1 атм в течение не менее 5 минут после отключения всех элементов станции системы подачи воздуха в модуль.

Модель ТМ должна включать в себя унифицированный стыковочный узел, в котором будет люк для доступа внутрь модуля (установка и замена приборов и оборудования).

Герметичная оболочка должна быть прочной и жёсткой, обеспечивая защиту от деформации. Необходимо обеспечить минимальную деформацию оболочки.

Материалы, используемые для изготовления модели модуля должны обеспечивать её герметичность и радиопрозрачность.

Требования к массе модели не предъявляются.

Требования к конструкции, внешнему виду, типу и принципу действия приёмного пульта управления не предъявляются.

Требования к проведению контрольных тестов: в качестве квалификационного тестирования предлагается выполнить разворачивание трансформируемого модуля из стартового положения в рабочее, выполнить включение бортовых систем с передачей на пульт управления параметров, отражающих состояние всех элементов бортовых систем модуля.

При проведении квалификационного тестирования необходимо выполнить следующие действия:

1. обеспечить автономное приведение ТМ в рабочее положение с учётом требований к жёсткости и прочности оболочки в рабочем положении (в качестве теста необходимо положить предмет массой 200 г и площадью не более листа А4 на модуль);

2. открыть/закрыть герметичный люк в стыковочном узле ТМ;

3. обеспечить автономное повышение давление внутри модуля ($\Delta P=0.3$ атм) в рабочем положении при условии, что оболочка должна сохранять жёсткость и прочность;

4. увеличить или уменьшить температуру в пределах 5 градусов (расстояние от датчиков температуры до нагревательных элементов должно быть не меньше 10 см);

5. изменить газовый состав атмосферы внутри модуля.

При проведении контрольного теста все изменения параметров систем должны отображаться на пульте управления.

Проведение контрольного теста должно быть зафиксировано на видеокамеру. Съёмка проведения испытания должна проходить без склеек (монтажа) с установкой контрольных часов рядом с предметом испытаний.

3. Форма представления результатов выполнения задания заочного отборочного этапа конкурса

Результаты выполнения конкурсного задания должны быть представлены в виде:

видеоролика работоспособного функционирующего разработанного модуля с демонстрацией всех элементов ТМ, пульта управления;

описания работы модели в виде оформленной технической документации (введение, состав всех элементов, компонентов ТМ, описание конструкторских инженерных решений с фото и схемами, анализ достоинств и недостатков выбранных решений, скриншоты всех видов выполненной 3D-модели ТМ («цифрового двойника»), ссылка на код программной части устройства, этапы работы, спецификация материалов (смета расходов), функции каждого участника команды.

презентации со слайдами (минимальное количество текста), содержащей фотографии выполненного макета ТМ с разных ракурсов (в т.ч. внутреннего

интерьера, рабочих мест экипажа), 3D-модели, схемы алгоритмов управления и так далее;

заклучения научно-технического совета (или иного совещательного органа, созданного в целях научного-методологического и экспертного обеспечения деятельности) организации, осуществляющей деятельность по соответствующему направлению темы конкурсного задания, и (или) рецензии кандидата наук или доктора наук (или лица, имеющего ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации), осуществляющего деятельность по направлению темы конкурсного задания.

4. Требования к видеопрезентации

Видеопрезентация должна быть представлена в виде видеоролика продолжительностью не более пяти минут.

На видео должны быть представлены:

процедуры подключения всех бортовых систем для последующей работы;

проведение всех контрольных тестов;

рассказ участниками о всех инженерных решениях и выборе компоновки состава бортовых систем ТМ.

На видео должны присутствовать все члены команды, которые должны дать комментарий обо все этапах создания модели.

К видео должно прилагаться техническое описание разработанного устройства на русском или английском языке в формате .pdf., содержащее описание работы модели в виде оформленной технической документации:

введение;

состав всех элементов, компонентов ТМ;

описание конструкторских инженерных решений с фото и схемами;

анализ достоинств и недостатков выбранных решений;

«Трансформируемый модуль космической станции»

скриншоты всех видов выполненной 3D-модели ТМ («цифрового двойника»);

ссылка на код программной части устройства;

этапы работы;

спецификация материалов (смета расходов);

описание функций каждого участника.

5. Критерии оценки задания заочного отборочного этапа Конкурса:

При оценке результатов выполнения конкурсного задания будут оцениваться:

Полнота выполнения конкурсного задания и пяти контрольных тестов (до 25 баллов):

ТМ автономно переведён в рабочее положение – 8 баллов;

В ТМ открывается/закрывается герметичный люк в стыковочном узле ТМ – 2 балла;

Обеспечено автономное повышение давление внутри ТМ:

с сохранением жёсткости и прочности оболочки – 5 баллов;

без сохранения жёсткости и прочности оболочки – 2 балла;

Обеспечено увеличение и уменьшение температуры в пределах 5 градусов – 5 баллов;

Обеспечено изменение газового состав атмосферы внутри ТМ – 5 баллов.

Сложность модели ТМ (количество систем, количество параметров, получаемых с нее на приёмный пункт – до 10 баллов):

+ 1 балл за каждый параметр системы, переданный на пульт управления;

Качество выполнения конструкции разработанного модуля (до 10 баллов):

Выполнено непрезентабельно, имеются следы клея, спутаны провода, датчики и оборудование плохо закреплены – 3 балла;

Команда разместила аккуратно большинство проводов, креплений, датчиков, но имеются необоснованные решения по размещению некоторых элементов бортовых систем – 7 баллов;

Команда выполнила устройство аккуратно и качественно, все датчики и приборы находятся на своих «посадочных» местах, продумана эргономика доступа к приборам для установки и замены элементов – 10 баллов.

Подготовка технической документации (до 10 баллов):

Техническая документация не структурирована и содержит меньше 50% пунктов, заявленных в требованиях – 0 баллов;

Техническая документация содержит скриншоты, 3D-модели, схему подключения, но отсутствует техническое описание выбранных решений, конструкции и компоновки – 5 баллов;

Техническая документация полностью соответствует требованиям (имеется описание конструкции, 3D-модели, фотографии, схемы, состав, описание приборов, коды) – 10 баллов.