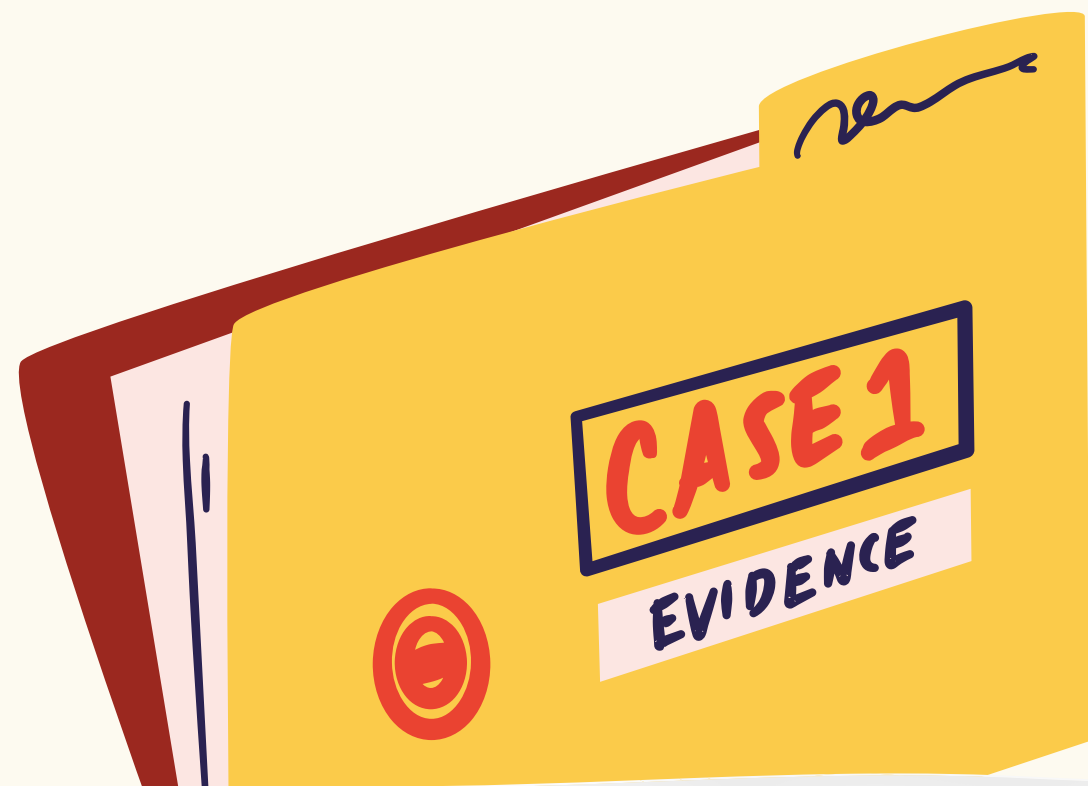


Проектирование
образовательного кейса
(на примере сферы НТО junior
"Технологии для космоса")

педагог дополнительного образования ДТ "Кванториум-Тамбов"
Лосева Виктория Владимировна



готовый к путешествию
"чемодан"

К КЕЙС

ТЕКСТ + ПРЕЗЕНТАЦИЯ

Может быть создан на
основе реальной
проблемы, практической
задачи, видео

отображение ситуации, касательно
какой-то практики и содержащее в
себе некую проблему, которая
требует разрешения

- ✓ Тест-легенда
- ✓ Цель и задачи
- ✓ Ограничения
- ✓ Общая информация
- ✓ Учебно-тематическое планирование

**Текстовое
сопровождение кейса
должно полностью
раскрывать тему и
содержать внутри себя
материал как для
педагога, так и для
ученика**



Текст-легенда

Функция - погружение
учащегося в тему
Носит повествовательный
характер
Описывает, как обстоят
дела на данный момент и в
чем заключается проблема

Текст-легенда кейса

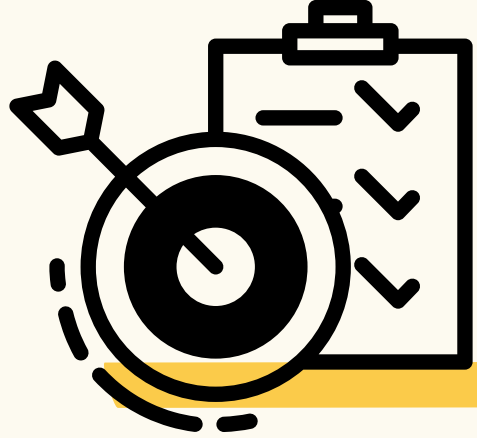
Одним из направлений реализации спутниковых систем являются малые космические аппараты. Применение таких спутников сулит огромные перспективы, так как спутники такого формата имеют преимущества по массе, объему, сроку сборки и процедуре выведения на орбиту, что дает возможность проведения исследований при небольших затратах. Все это позволяет привлекать к созданию спутника даже учащиеся различных образовательных организаций.

Однако, перед разработчиками таких аппаратов встает немало технических проблем. В ходе проектирования механических систем для малых космических аппаратов разработчики сталкиваются с необходимостью создавать конструкции больших линейных размеров. В силу малых размеров самих спутников не все конструктивные решения, применяемые на «больших» космических аппаратах, могут быть перенесены в область малых лишь путем непосредственного масштабирования габаритов устройств.

Серьезные ограничения накладывает тот факт, что космические аппараты формата CubeSat, как правило, запускаются в качестве попутной нагрузки вместе с «большими» спутниками. При этом CubeSat при запуске должен находиться в специальной кассете рядом со своими «попутчиками» - таковы условия его размещения. А это означает, что все антенные конструкции или солнечные батареи, применяемые на них, должны быть разворачиваемыми (то есть раскладываться в «рабочее» положение уже после выброса малого аппарата из транспортной кассеты в космос).

Как следствие, разработчикам необходимо придумать конструкции, которые позволят «упаковать» солнечные панели в габариты CubeSat и затем (в космосе) раскрыть их в полный размер (в рабочее положение).

Цель



Задачи

Отвечает на вопрос:
"Что необходимо сделать в итоге?"

Этапы работы, которые
приведут к достижению цели

Цель: на основе вводных данных, разработать прототип и провести испытания малого спускаемого аппарата с системой управляемой посадки, включающего в себя спускаемый модуль и термостатированный объем, способного обеспечить безопасную доставку небольших объемов экспериментальных образцов с МКС на Землю.

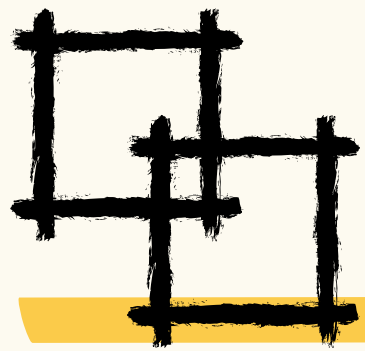
Цель: разработать, создать и провести испытания складной конструкции системы панелей солнечных батарей, упаковывающуюся в один юнит CubeSat (100x100x100), при этом раскладывающуюся до наибольшего размера.

После прочтения цели кейса не должно остаться вопросов, что будем делать, что получим в итоге и какие есть ограничения

Задачи кейса:

1. Познакомиться с особенностями строения спутников формата CubeSat, изучить требования, предъявляемые к конструкции спутника в целом и к системе энергоснабжения в частности.
2. Разработать эскиз складной системы солнечных панелей и алгоритм работы механизма разворачивания.
3. Создать 3D-модель корпуса спутника с разработанной складной конструкцией, отвечающую общим требованиям к аппарату и пригодную для изготовления посредством станка ЧПУ или 3D-принтера.
4. Изготовить сборку и осуществить сборку спутника.
5. Провести испытания разработанного устройства.
6. * Рассчитать момент инерции маховика с учетом новой конструкции

Цель кейса находится на вершине лестницы - за сколько ступеней вы дойдете до нее?



Ограничения

Есть ли особые требования к финальному результату? Размер, вес, состав материалов, определенные ограничения при проведении испытаний?

Требования к устройству

Модель должна содержать спускаемую капсулу и термостатированный объем, габариты известны (приложение). Масса термостатированного аппарата – 20 кг.

Критерии посадки

Необходимо обеспечить управляемую посадку термостатированного аппарата с высокой точностью попадания в предполагаемую точку посадки, причем

- Высота, на которой происходит отделение термостатированного аппарата от спускаемой капсулы – 5 км./
- Вертикальная скорость термостатированного аппарата в точке отстыковки – 50 м/с, в момент касания Земли – не более 1 м/с.

Конструкция системы посадки должна учитывать, что за несколько секунд до контакта с Землей происходит раскрытие посадочных стоек и посадка производится на них.

Необходимо учитывать, что до посадки аппарат будет находиться на борту МКС, поэтому к его конструкции предъявляются особые требования к хранению – конструкция не должна содержать взрывоопасные предметы, топливо и иные потенциальные источники огня.



Общая информация

- К какой категории относится кейс? Какие знания необходимы для его реализации?
- Какова возрастная группа обучающихся?
- Сколько часов необходимо потратить на кейс?
- Место в программе? (Часть чего-то большего или автономный)

Категория кейса: углубленный, требуются знания о механике космического полета и базовые навыки конструирования и моделирования, электроники, программирования МК

Возрастная группа обучающихся: 12-17 лет

Место в структуре программы: Автономный

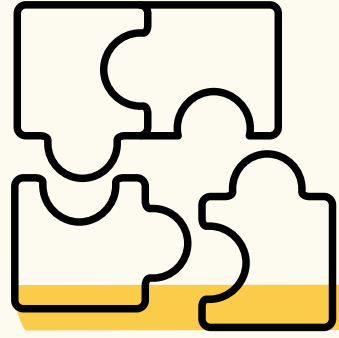
Количество академических часов, на которые рассчитан кейс: от 9 до 13.

Категория кейса: углубленный, требуются знания об орбитальной механике и базовые навыки конструирования и моделирования, электроники, программирования МК

Возрастная группа обучающихся: 12-17 лет

Место в структуре программы: Автономный

Количество академических часов, на которые рассчитан кейс: от 9 до 13.



Учебно-тематическое планирование

Распределение задач по часам с описанием цели и действий учащихся
Каждая задача - отдельный блок

Блок 1. Вводный

| Предполагаемая продолжительность | Цель блока |
|----------------------------------|--|
| 45 мин | Познакомиться с направлениями исследований в области космической биологии и физиологии, а также со способами доставки результатов на Землю, сформировать список требований к условиям сохранения благоприятной среды вокруг образцов |

Что делаем:

Работа с сайтом ЦНИИМАШ <https://tsniimash.ru/science/scientific-experiments-onboard-the-is-rs/cnts/experiments/> по поиску реализуемых в данное время исследований, возможен просмотр видео <https://youtu.be/smWB8X5Skb0> ;

формируем список условий, необходимых для доставки образцов на Землю без потери качества (кратчайший срок, температура, вибрации, ударные нагрузки)

Блок 4. Моделирование МСА

| Предполагаемая продолжительность | Цель блока |
|----------------------------------|--|
| 150-180 мин | Создать 3D модель МСА по габаритным чертежам, моделирование системы разделения |

Что делаем:

Разрабатываем эскиз изделия, на основе которого будет производиться дальнейшее моделирование;

практикуем работу с чертежами, работу в САПР;

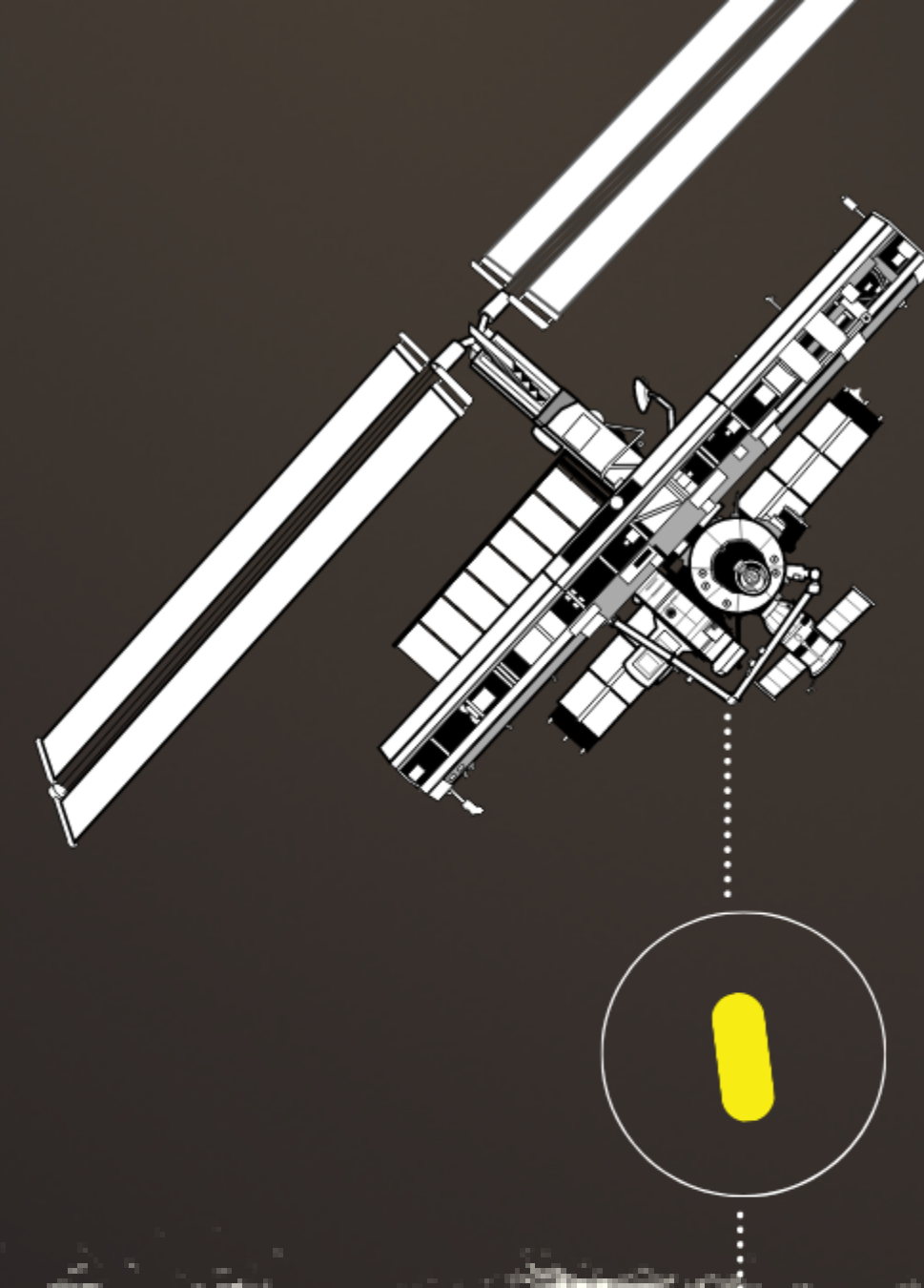
проверяем полученные модели на пригодность к изготовлению на станках ЧПУ;

продумываем механизм работы системы разделения и возможные пути его реализации в прототипе



КЕЙС

Малый спускаемый аппарат с экспериментальными образцами с Международного



Идеальным дополнением станет

ПРЕЗЕНТАЦИЯ

каждый слайд которой – визуализация написанного



КЕЙС

Система разделения головного обтекателя ракет-носителей




КЕЙС

Малый спускаемый аппарат с экспериментальными образцами с Международной космической станции




КЕЙС

Разработка технологических решений для системы энергоснабжения малых космических аппаратов



Стоимость и масса РН

Малая стоимость вывода
Большая масса выводимой ПН



МАССА ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ

МАССА РАБОЧЕГО ТЕЛА (ЖИДКОЕ ТОПЛИВО)

МАССА КОНСТРУКЦИИ

Одним из путей **снижения стоимости** запуска РН и повышения массы полезной нагрузки является **упрощение конструкции РН и ее отдельных частей, а также снижение ее общей массы. Например, за счет упрощения конструкции ГОЛОВНОГО ОБТЕКАТЕЛЯ**

МКС - большая лаборатория

Огромное количество экспериментов каждый год в самых разных областях науки, в том числе биологии и биотехнологий



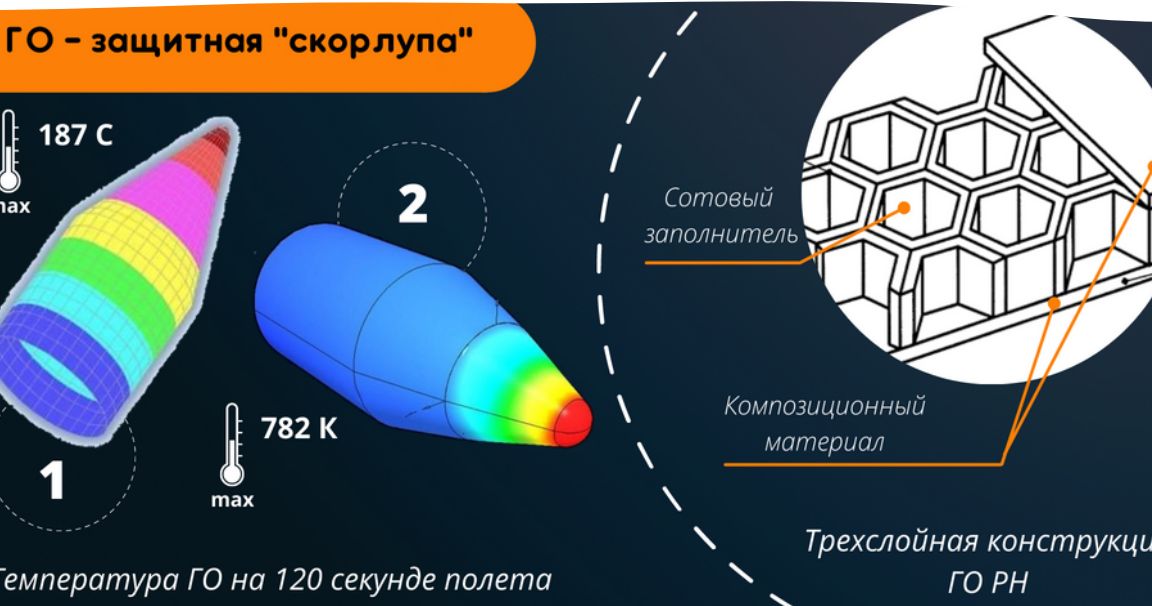
- Исследования грызунов**
Результаты исследований помогут понять, какое влияние на иммунную систему и кровеносные сосуды оказывают различные стрессы, которые испытывает организм в условиях длительного космического полета
- ИС Аквариум АФН**
Исследование в области поведения, особенностей эмбрионального развития рыб в условиях микрогравитации. Изучение возможности длительного содержания на борту ОС
- Биопленка**
Исследование закономерностей формирования бактериальных биопленок в условиях микрогравитации

Состав спутника



- 1 - Полезная нагрузка
- 2 - Система ориентации
- 3 - Бортовой компьютер
- 4 - Коммуникационный блок
- 5 - Система энергоснабжения
- 6 - Солнечные панели

ГО - защитная "скорлупа"



187 C max

782 K max

Сотовый наполнитель

Композиционный материал

Трехслойная конструкция ГО РН

Температура ГО на 120 секунде полета с ТЗП (1) и без (2)

Возможное решение проблемы

Спускаемая капсула

- Обеспечение устойчивости на дозвуковых скоростях
- Габариты в пределах 600 x 600 x 590
- Простота использования

Термостатированный объем

- Габариты в пределах 240 x 240 x 380
- Масса 20 кг
- Отделение от спускаемой капсулы на высоте 5 км
- Вертикальная скорость в точке отстыковки - 50 м/с, в момент касания Земли - 1 м/с
- Наличие посадочных стоек




Принцип работы маховика

"Момент импульса \vec{L} замкнутой системы в любой системе координат не изменяется со временем"

$$\vec{L} = \text{const}$$

$$\vec{L} = \vec{I} \cdot \vec{\omega} \rightarrow \vec{I}_1 \cdot \vec{\omega}_1 = \vec{I}_2 \cdot \vec{\omega}_2$$

Скамья Жуковского



\vec{L} - момент импульса (характеризует количество вращательного движения)
 \vec{I} - момент инерции тела (мера инертности во вращательном движении)