Кейс “*Орел*”

**О кейсе**

*Задание – спроектировать механизм раскрытия опоры посадочного модуля на космическом модуле малой массы. Механизм должен обеспечивать компактность и сохранность опоры в сложенном состоянии, устойчивость и заданное расстояние на поверхности Луны.*

*Задачи кейса:*

1. *Создать 3D модель космического корабля в СПАР*

*Модель выполняется в САПР по существующим чертежам (приложение) и включает в себя возвращаемый аппарат и стыковочный агрегат. КА необходимо дополнить пространством для опор.*

1. *Спроектировать посадочные опоры по заданным критериям*

*Модель включает в себя систему амортизации аппарата и механизм развертывания. Критерии:*

* *Количество опор - не менее 3х;*
* *Угол наклона амортизатора относительно вертикальной оси КА от 30 до 80 градусов;*
* *Расстояние от грунта до нижней точки КА 70-80 мм (масштаб 1:20)*
* *Габариты модели в сложенном состоянии не выходят за пределы КА.*

1. *Провести расчеты на нагруженность опоры*

*Рассчитать нагрузку на каждую опору на поверхности Земли и Луны. Масса аппарата 22т на старте, потеря при подъеме с поверхности Луны - 17,7т.*

1. *Провести макетирование и прототипирование*

*Создать массогабаритный макет КА и посадочных опор с системой амортизации и развертывания. Макет должен отвечать критерии задачи 2, опоры должны удерживать вес аппарата.*

**Категория кейса**  
Углубленный, требуются навыки моделирования в САПР, математическая подготовка, опыт работы с электроникой и оборудованием.

Примерный возраст обучающихся - 14-17лет

**Место в структуре программы:**

Автономный

**Количество академических часов, на которые рассчитан кейс:**

от 8до12.

**Учебно-тематическое планирование:**

| **Блок 1.** *Проблематика* | |
| --- | --- |
| **Предполагаемая продолжительность** | **Цель блока** |
| 45-90 мин | *Проанализировать актуальность проблемы, собрать и проанализировать существующие и перспективные решения,составить список литературы.* |
| **Что делаем:**  *Обсуждаем актуальность проблемы, разбиваем кейс на подзадачи и распределяем роли; выделяем несколько стратегий и приходим к общему знаменателю* | |
|

| **Блок 2.** *Моделирование космического корабля* | |
| --- | --- |
| **Предполагаемая продолжительность** | **Цель блока** |
| 90-120 мин  *например, 45-90 мин* | *Создать 3D модель космического корабля “Орел” по габаритным чертежам, учитывая пространство для посадочных опор* |
| **Что делаем:**  *Практикуем работу с чертежами, работу в САПР* | |
|

| **Блок 3.** *Моделирование и расчет опор* | |
| --- | --- |
| **Предполагаемая продолжительность** | **Цель блока** |
| 90-120 мин  *например, 45-90 мин* | *Реализация предложенного решения для опор в 3D модели, выполнение поставленного ТЗ* |
| **Что делаем:**  *Обосновываем выбранное решение проблемы, моделируем системы амортизации и развертывания в 3D, подтверждаем решение расчетами на нагруженность* | |
|

| **Блок 4.** *Макетирование и прототипирование* | |
| --- | --- |
| **Предполагаемая продолжительность** | **Цель блока** |
| 120-150 мин  *например, 45-90 мин* | *Выполнение макета в масштабе* |
| **Что делаем:**  *Создание массогабаритного макета КА, системы амортизации и механизма развертывания* | |
|

**Предполагаемые результаты обучающихся:**

**Артефакты:** *макет корабля “Орёл”, его 3D-модель*

**Soft skills:**

* *умение выявлять значимые и малозначительные свойства объекта, в том числе неявно заданные;*
* *умение анализировать и объективно оценивать доказательства, аргументы и убеждения;*
* *умение формулировать проблему;*
* *умение выдвигать гипотезы;*
* *умение планировать эксперимент;*
* *способность применять знания на практике;*
* *умение выявлять корреляцию между явлениями;*
* *умение искать причинно-следственные связи;*
* *навыки управления рисками, в том числе способность менять свои решения в соответствии с изменившимися условиями;*
* *способность нести ответственность за свои решения;*
* *умение предлагать несколько решений для одной проблемы;*
* *умение оценивать ресурсы;*
* *умение использовать имеющиеся ресурсы;*
* *умение предвидеть возможные последствия своих решений, в том числе влияние вводимых изменений;*
* *умение работать с моделями и схемами;*
* *умение преобразовывать мыслительные образы в модели и схемы*

**Hard skills:**

* *навыки 3D-проектирования;*
* *навыки проектирования и конструирования;*
* *знания о факторах космического полета;*
* *знания об этапах спуска космических аппаратов с околоземной орбиты;*
* *знания о назначении моделей, макетов и массо-габаритных макетов;*
* *навыки работы с микроконтроллером Ардуино;*
* *навыки работы с электронными компонентами.*

***Дополнительно (вариативная часть)***

**Руководство наставника**

**Текст-легенда кейса**

*«Орел» — многоразовый пилотируемый транспортный космический корабль нового поколения, разработанный в ПАО «РКК «Энергия» им. С. П. Королева. Основное применение нового КК - доставка людей и грузов на околоземную орбиту, а в дальнейшем - использование для миссий к Луне.*

*Посадка корабля будет осуществляться с помощью парашютно-реактивной системы. Твердотопливные ракетные двигатели гасят скорость снижения с высоты около одного километра, ана амортизированные опоры, что поможет избежать падения на бок после касания грунтовой площадки.*

*Но существует ряд проблем связанных разработкой амортизированных опор, основными из которых являются:*

*- Сложная конструкция с большим количеством узлов и агрегатов*

*- Надежность системы развертывания посадочных опор*

*- Громоздкость конструкции и размещение в аппарате*

**Материалы в помощь:**

1. [*лекция от Технологического университета им. А.А. Леонова и Дома научной коллаборации им. А.М.Исаева - YouTube*](https://www.youtube.com/watch?v=zl4GvAkZwdk&t=6s)

**Обратить внимание:**

*Представить примерный путь обучающихся по жизненному циклу и обозначить возможные узкие места: на что обратить внимание, какими вопросами можно помочь обучающимся и прочее*

**Жизненный цикл:**

*Проблематизация -> Целеполагание -> Поиск решения -> Планирование -> Реализация замысла -> Финализация*

*Представить примерный путь обучающихся по жизненному циклу и дать указания и советы по прохождению: что посмотреть, почитать дополнительно, какие вопросы надо задать самим себе на каждом из этапов жизненного цикла.*

**Руководство для обучающегося**

**Текст-легенда кейса**

*«Орел» — многоразовый пилотируемый транспортный космический корабль нового поколения, разработанный в ПАО «РКК «Энергия» им. С. П. Королева. Основное применение нового КК - доставка людей и грузов на околоземную орбиту, а в дальнейшем - использование для миссий к Луне.*

*Посадка корабля будет осуществляться с помощью парашютно-реактивной системы. Твердотопливные ракетные двигатели гасят скорость снижения с высоты около одного километра, ана амортизированные опоры, что поможет избежать падения на бок после касания грунтовой площадки.*

*Но существует ряд проблем связанных разработкой амортизированных опор, основными из которых являются:*

*- Сложная конструкция с большим количеством узлов и агрегатов*

*- Надежность системы развертывания посадочных опор*

*- Громоздкость конструкции и размещение в аппарате*