



# Проектирование деятельности космонавтов

Название проекта: **Лунный горизонт**

Название проектной команды: **Лунные скауты**

**Проблема:** Отсутствие детального описания перспективных программ полёта к Луне.

**Идея №1:** Смоделировать отдельные этапы лунной экспедиции с помощью компьютерного симулятора «Orbiter».

**Идея №2:** Составить инструкции деятельности экипажа.

**Заказчик:** РКК «Энергия», профильные образовательные учреждения.

## Цель проекта:

1. Моделирование перелёта с околоземной на лунную орбиту и мягкой посадки на Луну с помощью компьютерного симулятора «Orbiter»;
2. Создание электронного журнала бортовой документации с описанием действий экипажа.

# Поставленные задачи проекта:

1. Знакомство с разделами небесной механики об орбитальных маневрах;
2. Знакомство с основами пилотирования космического корабля в компьютерном симуляторе «Orbiter»;
3. Выделение основных этапов «экспедиции»;
4. Определение действий экипажа на этапах «полёта»;
5. Моделирование оборудования для исследований планеты;
6. Создание полноценного электронного журнала бортовую документацию, основываясь на полученном опыте.

**Задача 1:** Знакомство с разделами небесной механики об орбитальных маневрах.

**Решение:**

- 1) *Расчёт  $dV$*
- 2)
- 3) *Расчет точки включения двигателя при старте к Луне*
- 4)
- 5) *Расчёт космических скоростей*
- 6)

## 1) Расчёт

$dV$

$$dV (\text{Буксира с Федерацией}) = 30000 * \ln(98,9/27,4) = 38506,986757 \text{ м/с}$$

$$I = 30000 \text{ м/с}$$

$$M1 = 13 \text{ т (буксир)} + 14,4 \text{ т (КК "Федерация")} + 71,5 \text{ т (топливо)} = 98,9 \text{ т}$$

$$M2 = 13 \text{ т (буксир)} + 14,4 \text{ т (КК "Федерация")} = 27,4 \text{ т}$$

$$dV (\text{Буксира с ЛМ}) = 30000 * \ln(102,37/30,87) = 35964,2658725 \text{ м/с}$$

$$I = 30000 \text{ м/с}$$

$$M1 = 13 \text{ т (буксир)} + 17,87 \text{ т (ЛМ)} + 71,5 \text{ т (топливо)} = 102,37 \text{ т}$$

$$M2 = 13 \text{ т (буксир)} + 17,87 \text{ т (ЛМ)} = 30,87 \text{ т}$$

$$dV (\text{Федерации}) = 2733,84022 * \ln(14,4/12,8) = 322 \text{ м/с}$$

$$I = 2733,84022 \text{ м/с}$$

$$M1 = 14,4 \text{ т}$$

$$M2 = 12,8 \text{ т}$$

## 2) Расчёт точки включения двигателей при старте на Луну

Период обращения на орбите при перигеуме равному около **647 км**, а апоцентру равному около **360000 км**, равен приблизительно **9,25 дням**, значит полёт к Луне занимает около **4,625 (9,25:2)**. Скорость Луны (средняя) равна **13,2 градусам**, значит упреждение приблизительно равно: **4,625 \* 13,2 = 61,05 градусам**.



## «Калькулятор скоростей»

20				
21				
22				
23			Калькулятор	
24	Объект	Луна		Земля
25	Радиус(км)	1737,1		6356
26	Орбита(км)	200		400
27	GM	4,90E+03		3,99E+05
28				
29				
30				
31	V1(км/с)	1,59091005		7,68496028
32	V2(км/с)	2,24988657		10,8681751
33				
34				
35				

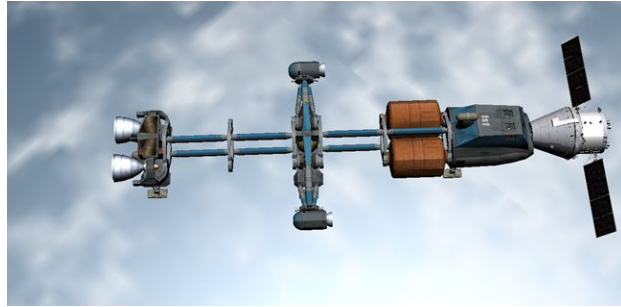


## Задача 2: Знакомство с основами пилотирования космического корабля в компьютерном симуляторе «Orbiter».

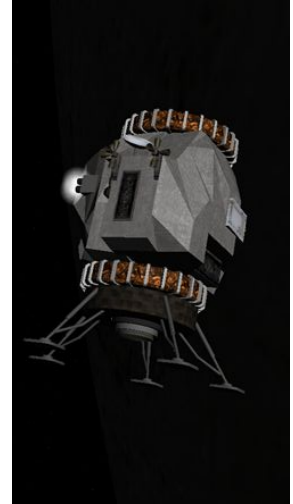
### Решение:



Основы управления пилотируемого транспортного корабля «Федерация» (ПТК).



Основы управления межорбитальным буксиром при полете на лунную орбиту.



Знакомство с основами управления лунного модуля при посадке.

ORBIT EARTH

Tue Jul 10 21:42:25 2018  
MJD 58309.9045 Wrp 0.1x  
Sim 5390s FoV 40°

MAIN PROP  62.6k  
 MAIN ENG  0.00  
 HOVR ENG  0.00

RCS  TRIM

os

RAD

+10 +10

Orbit: Earth Frm ECL Prj SHP

--OSC.EL.--		---Moon---	
SMa	186.1M	SMa	384.6M
SMi	50.61M	SMi	383.6M
PeA	641.7k	PeA	350.4M
ApA	358.9M	ApA	406.1M
Alt	756.8k	Alt	356.6M
Ecc	0.9623	Ecc	0.0725
T	799.3k	T	2.359M
PeT	799.1k	PeT	238.6k
ApT	399.5k	ApT	1.418M
Vel	10.47k	Vel	1.084k
Inc	0.00°	Inc	5.27°
LAN	0.00°	LAN	125.68°
LPe	320.58°	LPe	118.74°
AgP	320.58°	AgP	353.06°
TrA	14.74°	TrA	318.29°
TrL	335.32°	TrL	77.03°
MnA	0.08°	MnA	323.59°
MnL	320.66°	MnL	82.33°

G 1.00

- 
- 
- 
- 
- 
- 

350  000  010

-10 -10

Transfer [Ref: Earth]

Src [self]	Tgt Moon		
TrL	335.32°	TrL	77.03°
HTO		TLi	259.96°
SMa	186.1M		
TLe	317.00°		
DTe	799.1k		
Dv	-0.00		
TLi	138.32°		
DTi	1.129M		

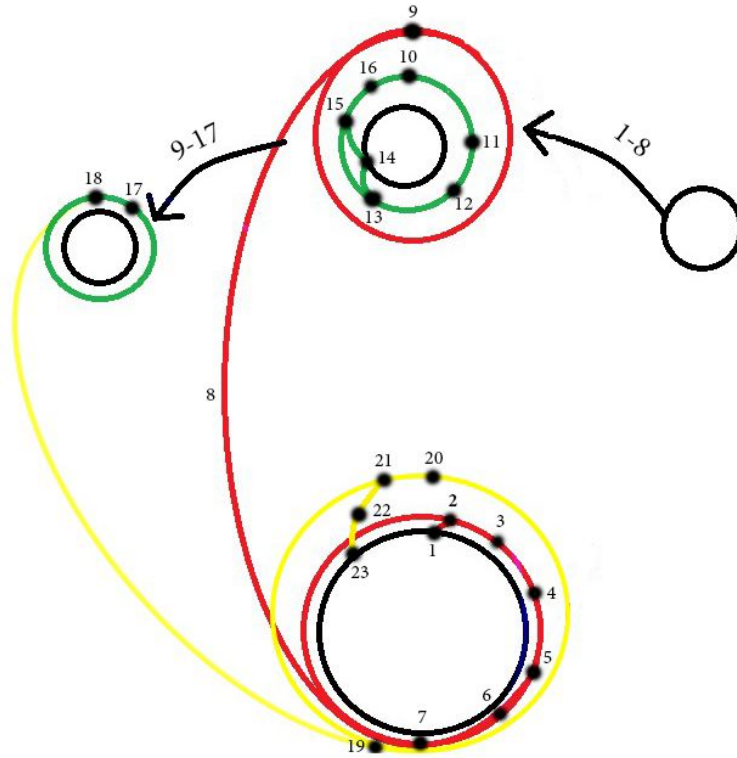
RInc 5.27°

- 
- 
- 
- 
- 
- 

Hermes ERROR UMMU 2.5 not properly initialised in your code.

# Задача 3: Выделение основных этапов

«Экспедиц  
Решение:

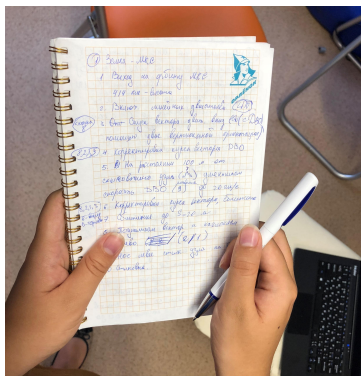


1. Запуск ПТК «Федерация»
2. Выход на орбиту
3. Стыковка с МКС
4. Отстыковка от МКС
5. Стыковка с Буксиром
6. Корректировка орбиты
7. Старт к Луне
8. Полёт к Луне
9. Выход на селеноцентрическую орбиту
10. Понижение орбиты
11. Расстыковка с буксиром
12. Стыковка с ЛМ
13. Расстыковка от ПТК, сход с орбиты
14. Мягкая посадка
15. Взлёт с поверхности Луны, выход на орбиту Луны
16. Состыковка ПТК с буксиром
17. Состыковка ПТК и буксира с ЛМ, переход экипажа в ПТК
18. Отстыковка ЛМ, старт к Луне
19. Выход на орбиту Земли
20. Отстыковка от буксира
21. Торможение, отстыковка АО
22. Спуск
23. Мягкая посадка

# Задача 4: Определение действий экипажа на этапах «полёта».

## Решение:

<b>Бортовой помощник</b>	1. Расстыковка буксира от МКС (клав Ctrl+D). 2. Выключение линейных двигателей (LIN). 3. Отход буксира на 500 метров от МКС (клав № 1-9).
<b>Бортовой помощник</b>	4. Доведение скорости буксира до нуля с помощью двигателей ориентации (№ 6,9). 5. Переход к управлению «Федерации» (F3). 6. Расстыковка «Федерации» от МКС (Ctrl+D).
<b>Бортовой помощник</b>	7. Отход «Федерации» от МКС на 500 м. (№ 1-9). 8. Ускорение «Федерации» с помощью ДЮ (№ 6). 9. Смещение вектора движения вниз (№ 2,8). 10. Проход под МКС (№ 1,2,3,8).
<b>Бортовой помощник</b>	11. Подъем вектора движения вверх на уровень буксира (№ 2,8). 12. Регулировка вектора движения с помощью ДЮ при подлете к буксиру (№ 1,2,3,8).
<b>Бортовой помощник</b>	13. Снижение скорости до 20 см/с с помощью ДЮ на расстоянии 50 м от стыковочного шлюза. 14. Подлет к буксиру, регулировка направления вектора движения (№ 1,2,3,8).
<b>Бортовой помощник</b>	15. Регулировка вектора выше стыковочного шлюза с помощью ДЮ на расстоянии 5 м до буксира. 16. Стыковка с буксиром.



Работа пилота и специалиста по бортовой документации.

# Экономические расчеты

	A	B	C	D	E	F
1	Статья расходов	Масса	Кол. Чел.	Кол. Дней	Общая масса	Стоимость
2	Доставка к месту назначения (\$/кг)					\$50 000,00
3	Масса ПДК (сухая)	12800,00	1	1	12800	\$640 000 000,00
4	Масса топлива ПДК	1600,00	1	1	1600	\$80 000 000,00
5	Масса ЛН (сухая)	15520,00	1	1	15520	\$776 000 000,00
6	Масса топлива ЛН	2350,00	1	1	2350	\$117 500 000,00
7	Скафандр	100,00	1	2	200	\$10 000 000,00
8	Человек	70,00	4,00	1	280	\$14 000 000,00
9	Кислород	0,96	4,00	7	26,88	\$1 344 000,00
10	Вода (питьевая)	1,75	4,00	7	49	\$2 450 000,00
11	Вода (для умывания)	4,50	4,00	7	126	\$6 300 000,00
12	Вода (техническая, смыв АСУ)	0,60	4,00	7	16,8	\$840 000,00
13	Пища	0,60	4,00	7	16,8	\$840 000,00
14						
15	Итого					\$1 649 274 000,00
16	Итого (в рублях по курсу 23.09.2018)					110 253 966 900,00 ₽

# Роли в команде

1. Пилоты(Иван Медведчиков, Илья Елохин, Мария Милкина);
2. Навигатор — баллистик(Атай Гюнюч, Артем Сайковский);
3. Программист(Кирилл Васильев);
4. Специалисты по бортовой документации(Софья Пушкарь, Мария Баркевич);
5. Космонавты — исследователи(Анна Локтева, Софья Никандрова).