



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»

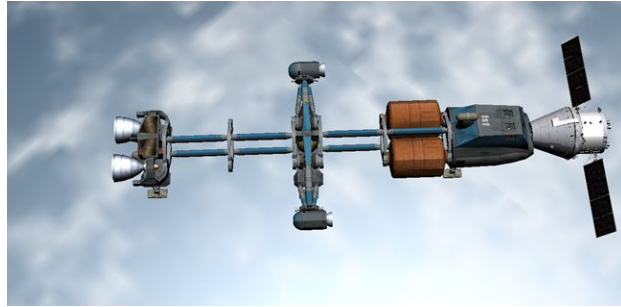
20				
21				
22				
23			Калькулятор	
24	Объект	Луна		Земля
25	Радиус(км)	1737,1		6356
26	Орбита(км)	200		400
27	GM	4,90E+03		3,99E+05
28				
29				
30				
31	V1(км/с)	1,59091005		7,68496028
32	V2(км/с)	2,24988657		10,8681751
33				
34				
35				

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

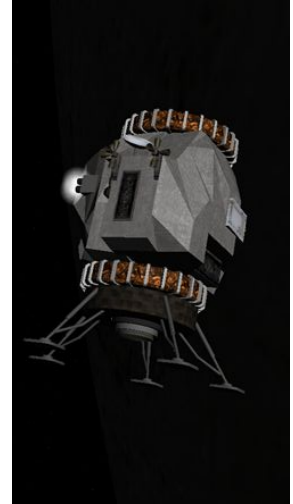
Решение:



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
 MAIN ENG
 HOVR ENG
 RCS
 OFF ROT LIN

os 10.47k

7.129M 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



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°

- REF
- AR
- TGT
- NT
- MOD
- FRM

- PRJ
- DST
- HUD
- NT
- HTO
- NUM

- UPD
- STP
- EJ-
- EJ+
- DV-
- DV+

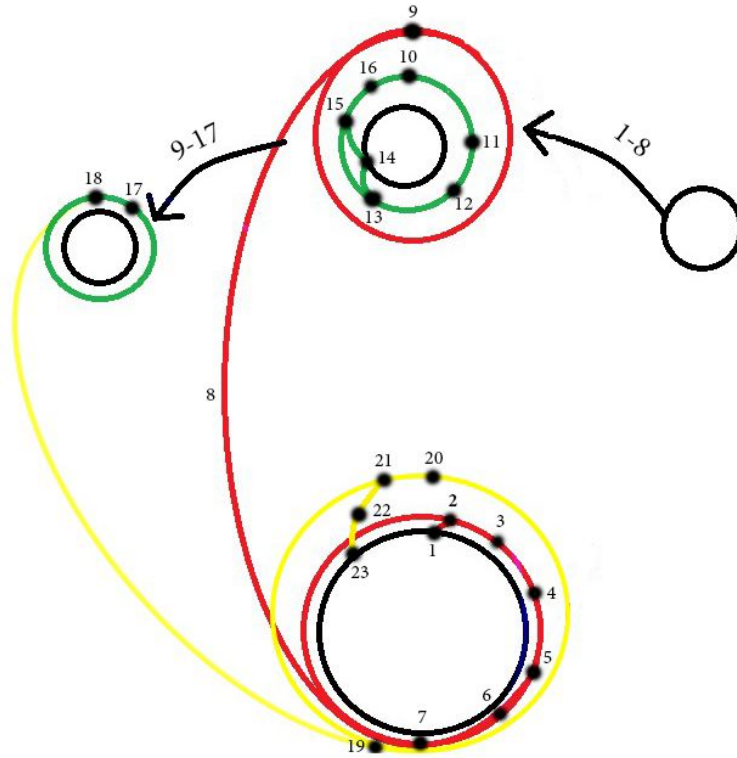
PWR SEL MNU

KILL ROT HORZ LVL PRO GRD RETR GRD NML + NML - HOLD ALT

PWR SEL MNU

Задача 3: Выделение основных этапов

«Экспедиц
Решение:

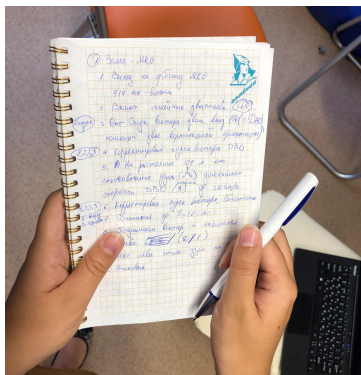


1. Запуск ПТК «Федерация»
2. Выход на орбиту
3. Стыковка с МКС
4. Отстыковка от МКС
5. Стыковка с Буксиром
6. Корректировка орбиты
7. Старт к Луне
8. Полёт к Луне
9. Выход на селеноцентрическую орбиту
10. Понижение орбиты
11. Расстыковка с буксиром
12. Стыковка с ЛМ
13. Расстыковка от ПТК, сход с орбиты
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:

Бортовой помощник	1. Расстыковка буксира от МКС (клав Ctrl+D). 2. Выключение линейных двигателей (LIN). 3. Отход буксира на 500 метров от МКС (клав № 1-9).
Бортовой помощник	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).
Бортовой помощник	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).
Бортовой помощник	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).
Бортовой помощник	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).
Бортовой помощник	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).