

# Принципы проектирования космических миссий

Станислав Карпенко, к.ф.-м.н., руководитель проекта НТИ  
Компания Спутникс  
07.09.2021

# Анализ и проектирование космической миссии / The Space Mission Analysis and Design Process

- Обзор сложных космических проектов
- Жизненный цикл космической миссии
- Шаг 1: Определение целей миссии
- Шаг 2: Предварительная оценка пожеланий, требований и ограничений

## Описание миссии / Mission Characterization

- Шаг 3: Определение альтернативных концепций и архитектур миссии
- Шаг 4: Определение системных факторов, влияющих на реализуемость концепции
- Шаг 5: Описание архитектуры концепции

## Оценка миссии / Mission Evaluation

- Шаг 7: Определение узких мест концепции
- Шаг 8: Определение уровня соответствия предлагаемой концепции требованиям
- Шаг 9: Выбор основной концепции миссии среди альтернатив

## Составление Технического задания / Requirements Definition

- Роль требований в разработке системы
- Анализ требований
- Документация. Составление тех. задания
- Система управления требованиями
- Роль стандартов (ГОСТ, ECSS, MIL-STD...)

# Основы механики космического полета / Introduction to Astrodynamics

- Кеплеровы орбиты
- Возмущенные орбиты
- Коррекции орбит
- Пусковые окна
- Поддержание орбиты

## Баллистическое проектирование для одиночного КА и спутниковых группировок / Orbit and Constellation Design

- Процесс баллистического проектирования
- Покрытие планеты
- Бюджет  $\Delta V$
- Выбор орбит для наблюдения за планетой
- Выбор рабочих орбит, переходных орбит, орбит захоронения
- Спутниковые группировки

## Космическая среда и стойкость бортовой аппаратуры / The Space Environment and Survivability

- Условия эксплуатации (Космическая среда)
- Требования к стойкости бортовой аппаратуры к внешним воздействующим факторам



## Разработка полезных нагрузок/ Space Payload Design and Sizing

- Процесс проектирования полезных нагрузок (ПН)
- Варианты исполнения ПН и соответствующие требования к миссии
- Разработка ПН для наблюдений за планетой

## Конструкция и компоновка космических аппаратов/ Spacecraft Design and Sizing

- Требования, ограничения и процесс проектирования
- Конфигурация космического аппарата
- Проектные ограничения/бюджеты
- Проектирование конструкции КА
- Компоновка КА

## **Подсистемы космических аппаратов / Spacecraft Subsystems**

- Система ориентации и стабилизации
- Система телеметрии и телекоманд
- Бортовая система управления и обработки данных
- Система энергопитания
- Система терморегулирования
- Конструкции и механизмы
- Навигация и управление движением

## **Производство и испытания / Space Manufacture and Test**

- Производство оборудования для использования в космосе
- Контроль и обеспечение качества
- Автономные испытания приборов
- Комплексная программа экспериментальной отработки КА
- Операции с аппаратом на стартовом комплексе

## Система радиосвязи / Communications Architecture

- Архитектура систем радиосвязи
- Скорость передачи данных
- Бюджет радиолинии
- Определение характеристик бортовой аппаратуры  
связи

## Управление миссией / Mission Operations

- Процесс планирования управлением миссией с Земли
- Основные функции управления миссией
- Автоматизация функций управления космическим аппаратом и наземными операциями

## Проектирование наземного комплекса управления / Ground System Design and Sizing

- Процесс проектирования НКУ
- Основные элементы НКУ
- Типичная НКУ: пример
- Альтернатива специализированному НКУ: сеть малых наземных станций

# Космические двигательные установки / Space Propulsion Systems

- Процесс выбора типа и расчет двигательной установки
- Основы реактивного движения (формула Циолковского)
- Типы двигателей (ЖРД, РДТТ, газ, ЭРДУ)
- Выбор конкретного типа ДУ



## Способы выведения КА в космос / Launch Systems

- Основные соображения по выбору способа выведения КА на орбиту
- Процесс выбора способа выведения
- Определение ограничений и нагрузок на КА при выведении

## Оценка стоимости проекта. Моделирование затрат / Cost Modeling

- Введение в анализ затрат на реализацию проекта
- Параметрическая оценка стоимости миссии
- Взаимосвязь оценки стоимости миссии с проектными параметрами

## Дополнительные ограничения на миссию / Limits on Mission Design

- Законодательство и политика
- Проблема космического мусора

# Заключение

