



Введение.
Состав систем космического аппарата.
Проведение литературного обзора

А.Ю. Шаенко

Москва, 2015



План лекции

1. Знакомство с аудиторией.
2. Цель проведения курса.
3. Входное тестирование.
4. Обзор конструкций космических аппаратов.
5. Состав систем типового околоземного космического аппарата и их назначение.
6. Постановка и формализация задачи. Роль технического задания (ТЗ) в проектировании. Принцип декомпозиции ТЗ при планировании работ по созданию космического аппарата.
7. Основные источники информации, используемые при проектировании космических аппаратов.



Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

План лекции

8. Проведение поиска по литературным источникам, в том числе, и в интернете. Анализ полученной информации.
9. Ожидаемые результаты обучения.
10. Выбор задания на проектирование в ходе курсов.



Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Знакомство с аудиторией

Лектор представляется, сообщает аудитории о своем образовании и сфере деятельности.

Слушатели курсов представляются, сообщают о своем образовании и сфере деятельности, о причине, приведшей их на занятия.

Эта информация необходима для формирования команд, проектирующих различные космические аппараты.



Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Цель проведения курса

Целью проведения курса «Основы космонавтики» является широкое распространение знаний об основах космической техники и появление у слушателей курсов возможности продолжить самостоятельное углубленное изучение выбранных разделов космонавтики.

Описание курса

В рамках настоящего курса рассматриваются прикладные аспекты проектирования автоматических космических аппаратов (КА), предназначенных для работы на околоземной орбите. Рассказывается о методологии разработки космических систем, планировании работ и оценки их стоимости.



Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Цель проведения курса

Дается обзор типовых систем КА и методов их разработки, изготовления и испытаний. Проводятся лабораторные работы с изучением реальных образцов космической техники. В ходе изучения курса слушателям будет предложено проектирование малого космического аппарата.

Навыки по итогам курса

После прохождения настоящего курса слушатель:

- Освоит базовые понятия в космической технике и познакомится с терминологией, принятой в отечественной и зарубежной космической промышленности;



Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Цель проведения курса

- Будет в состоянии проводить выбор основополагающих характеристик космического аппарата в целом и характеристик его подсистем на основе упрощённых расчетов, разрабатывать техническое задание на КА и его подсистемы;
- Сможет самостоятельно более углубленно изучать специализированную литературу по частным вопросам разработки, изготовления и испытания космической техники.



Входное тестирование

1. Решение линейного алгебраического уравнения.

$$a \cdot x + b = 0$$

2. Решение квадратного уравнения.

$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$$

3. Решение системы из двух линейных алгебраических уравнений.

$$a_0^1 + a_1^1 \cdot x_1 + a_2^1 \cdot x_2 = 0$$

$$a_0^1 + a_1^1 \cdot x_1 + a_2^1 \cdot x_2 = 0$$



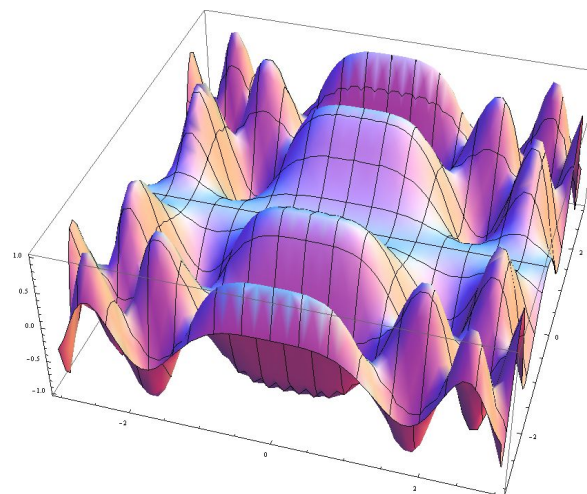
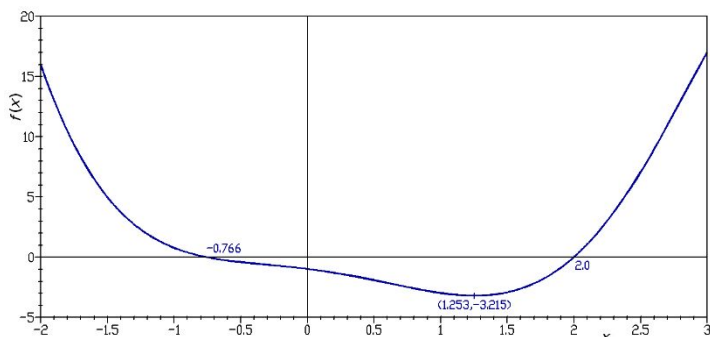
Введение.

Состав систем космического аппарата.

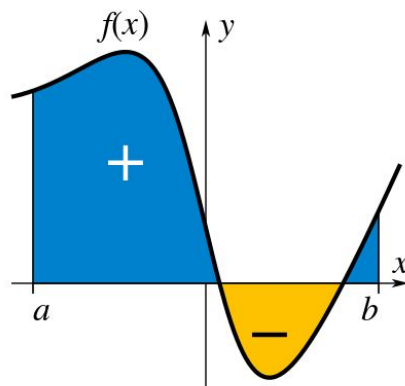
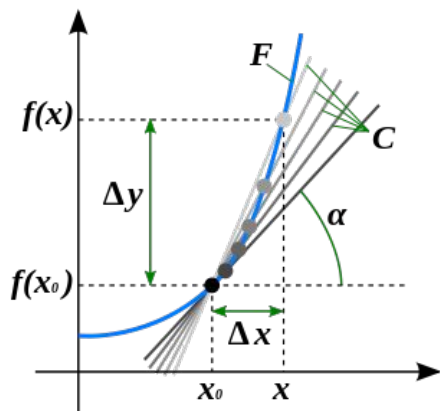
Проведение литературного обзора

Входное тестирование

4. График функции.



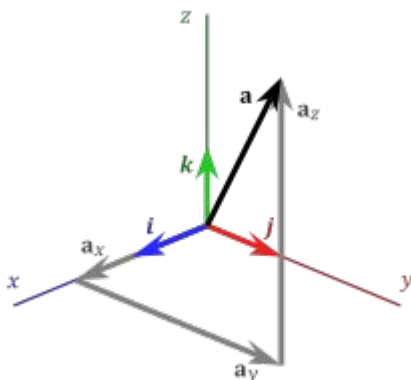
5. Производная и интеграл.





Входное тестирование

6. Вектор, матрица и операции над ними.



$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} \cdot b_1 + a_{12} \cdot b_2 + a_{13} \cdot b_3 \\ a_{21} \cdot b_1 + a_{22} \cdot b_2 + a_{23} \cdot b_3 \\ a_{31} \cdot b_1 + a_{32} \cdot b_2 + a_{33} \cdot b_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mj} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}, \quad \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mj} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}, \quad \left\| \begin{array}{ccccc} a_{11} & \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mj} & \cdots & a_{mn} \end{array} \right\|$$



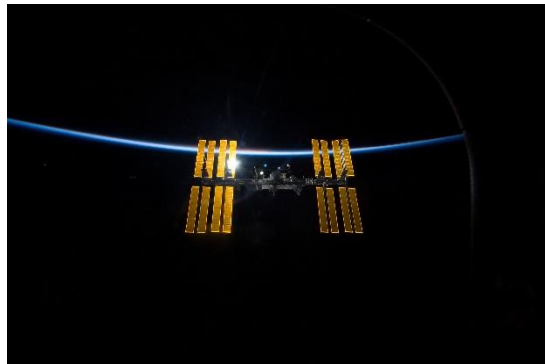
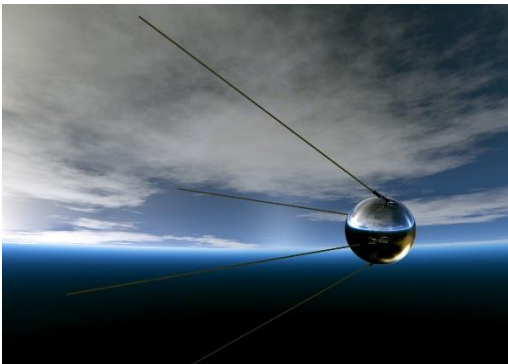
Введение.

Состав систем космического аппарата.

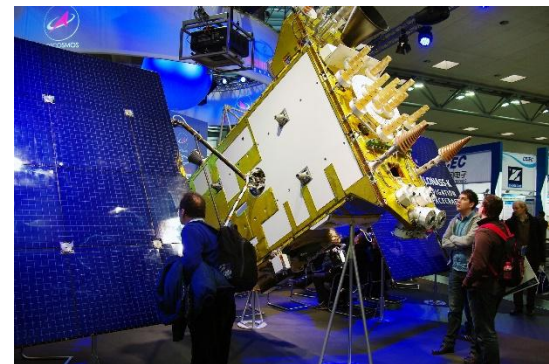
Проведение литературного обзора

Обзор конструкций космических аппаратов

Космический аппарат (КА) - аппарат, завершённая совокупность частей или элементов для выполнения какой-либо функции, предназначенная для полета в космос или в космосе, например искусственный спутник Земли, космический корабль, орбитальная станция. КА подразделяются на околоземные, орбитальные и межпланетные; автоматические и пилотируемые.



S119E010500



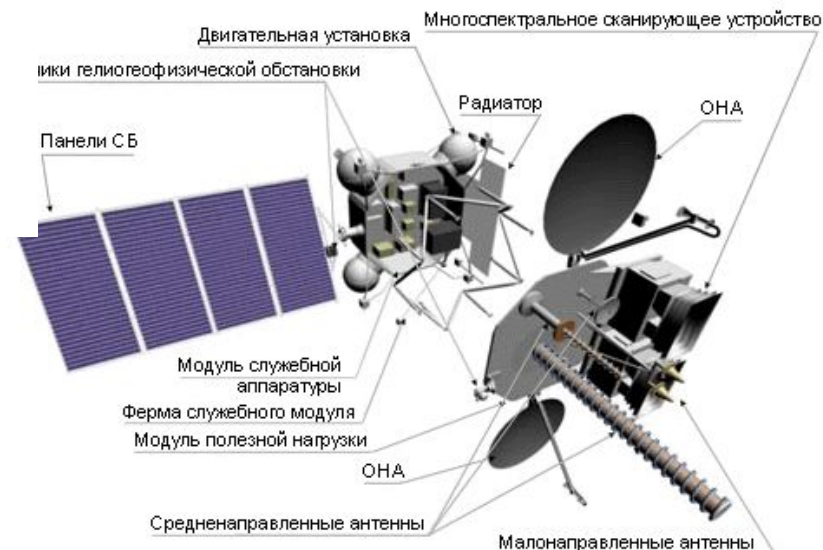
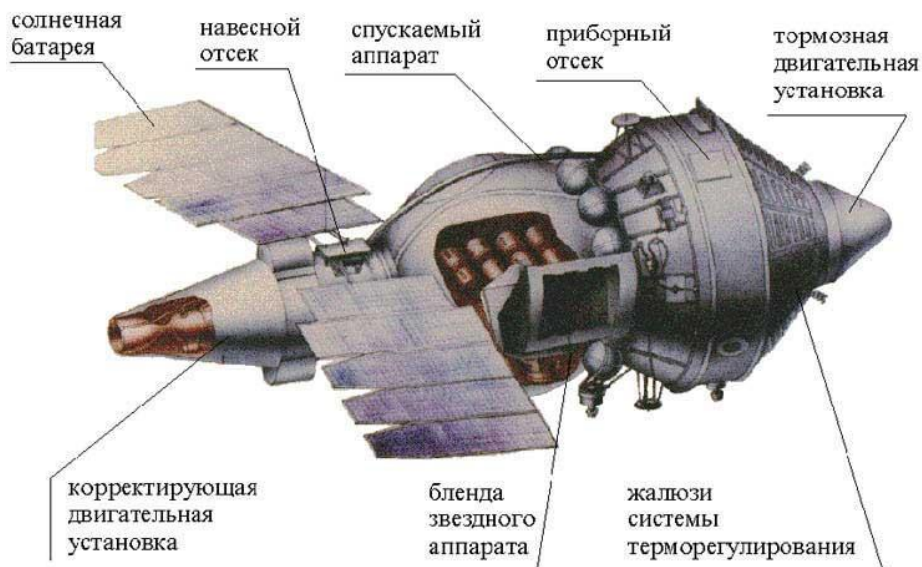


Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Обзор конструкций космических аппаратов



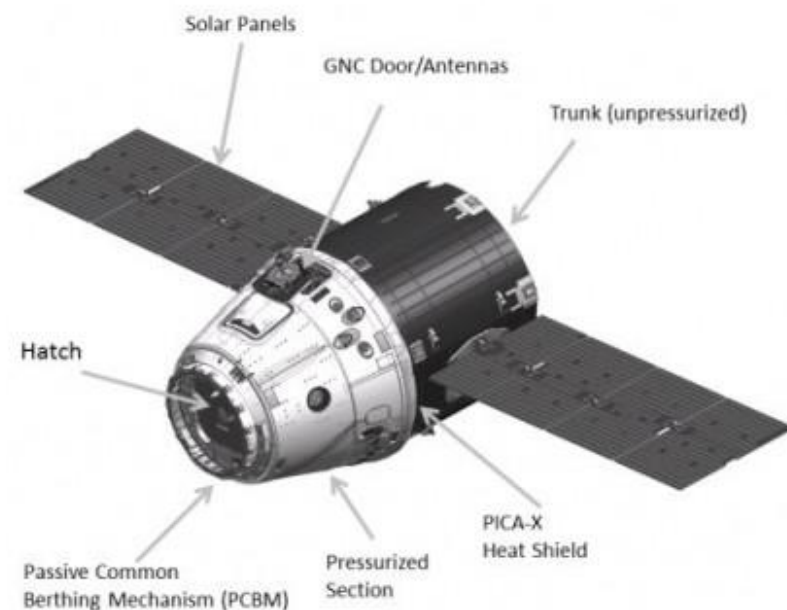
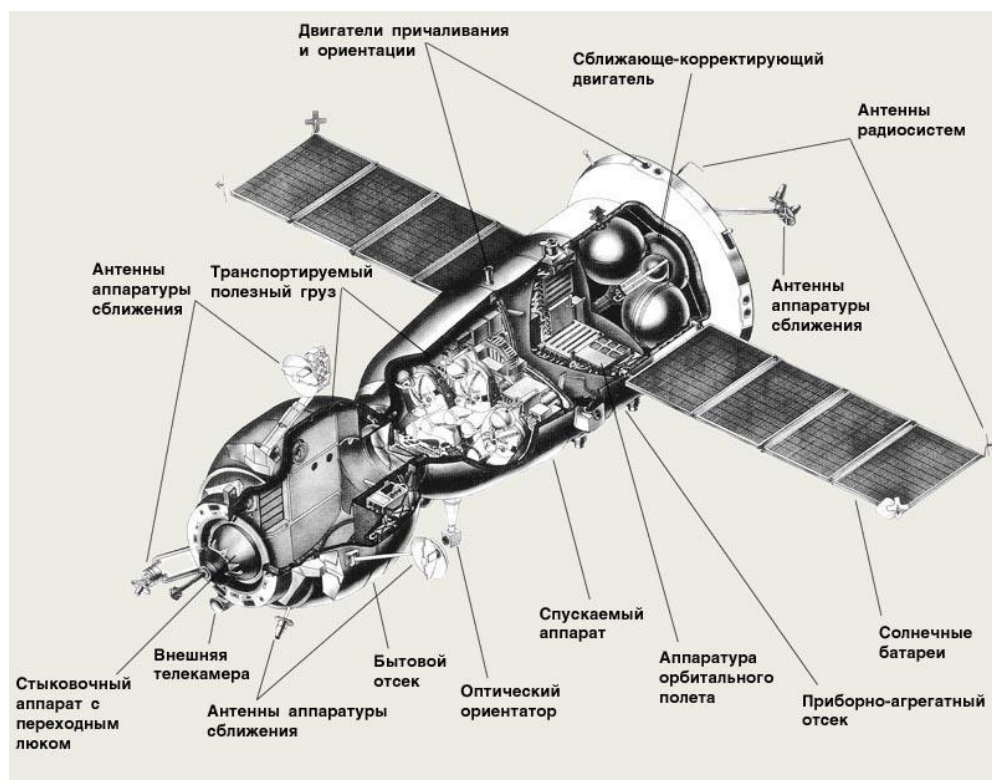


Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Обзор конструкций космических аппаратов





Состав систем типового космического аппарата

Полезная нагрузка (ПН),
Система управления (СУ),
Система энергоснабжения (СЭС),
Система связи (СС),
Система телеметрических измерений (СТМИ),
Система ориентации (СО),
Система обеспечения теплового режима (СОТР),
Система жизнеобеспечения (СЖО),
Система аварийного спасения (САС),
Двигательная установка (ДУ).



Постановка и формализация задачи

Особенности условий функционирования:

- Сложность или невозможность обслуживания,
- Почти полное отсутствие атмосферы,
- Высокая интенсивность всего спектра ЭМИ,
- Невесомость,
- Работа в космической плазме.

Особенности способа доставки

- Сложность и высокая стоимость доставки грузов в космос,
- Запуски единичны, космические аппараты – уникальны,
- Для попутных запусков время подготовки ограничено.

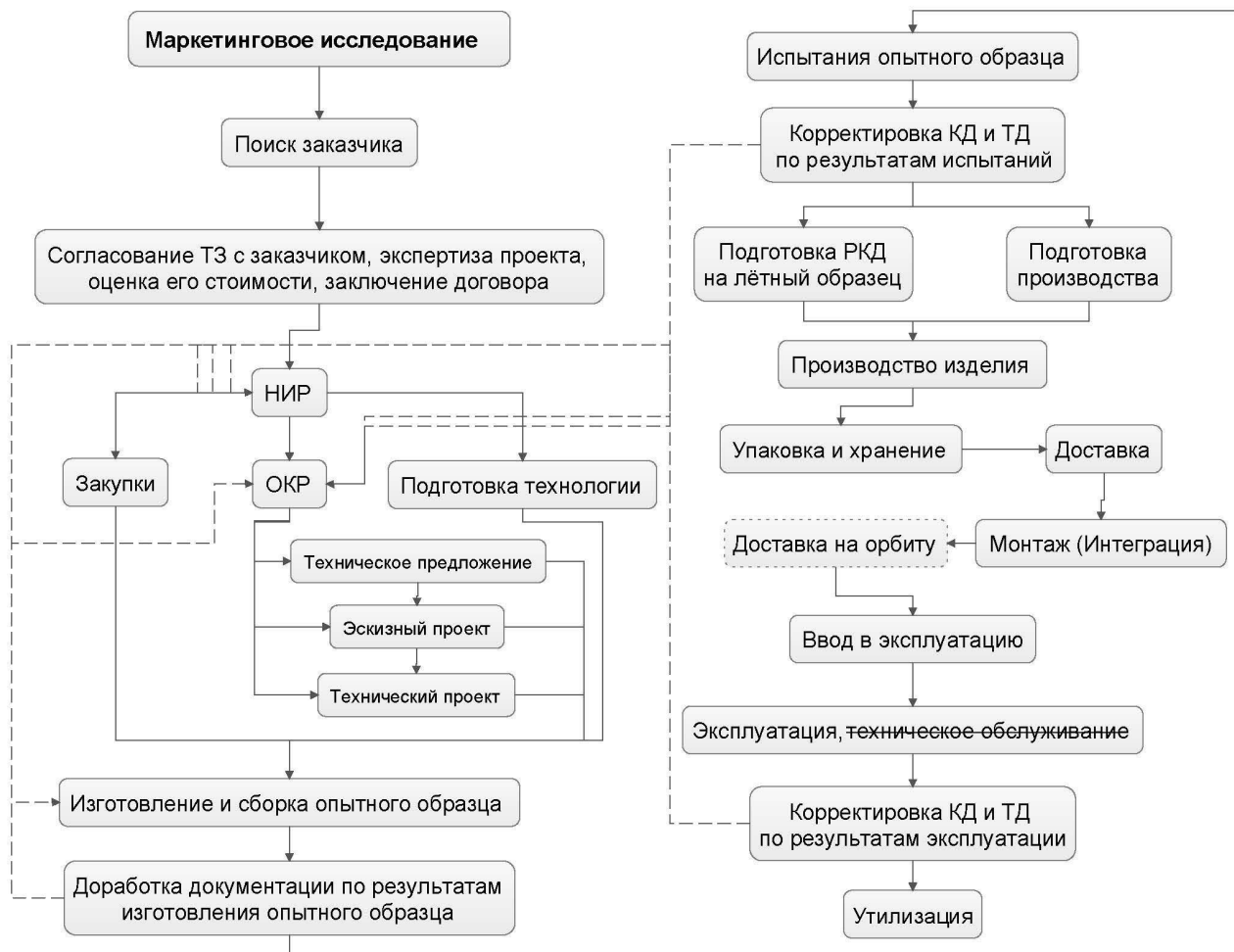


Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Постановка и формализация задачи



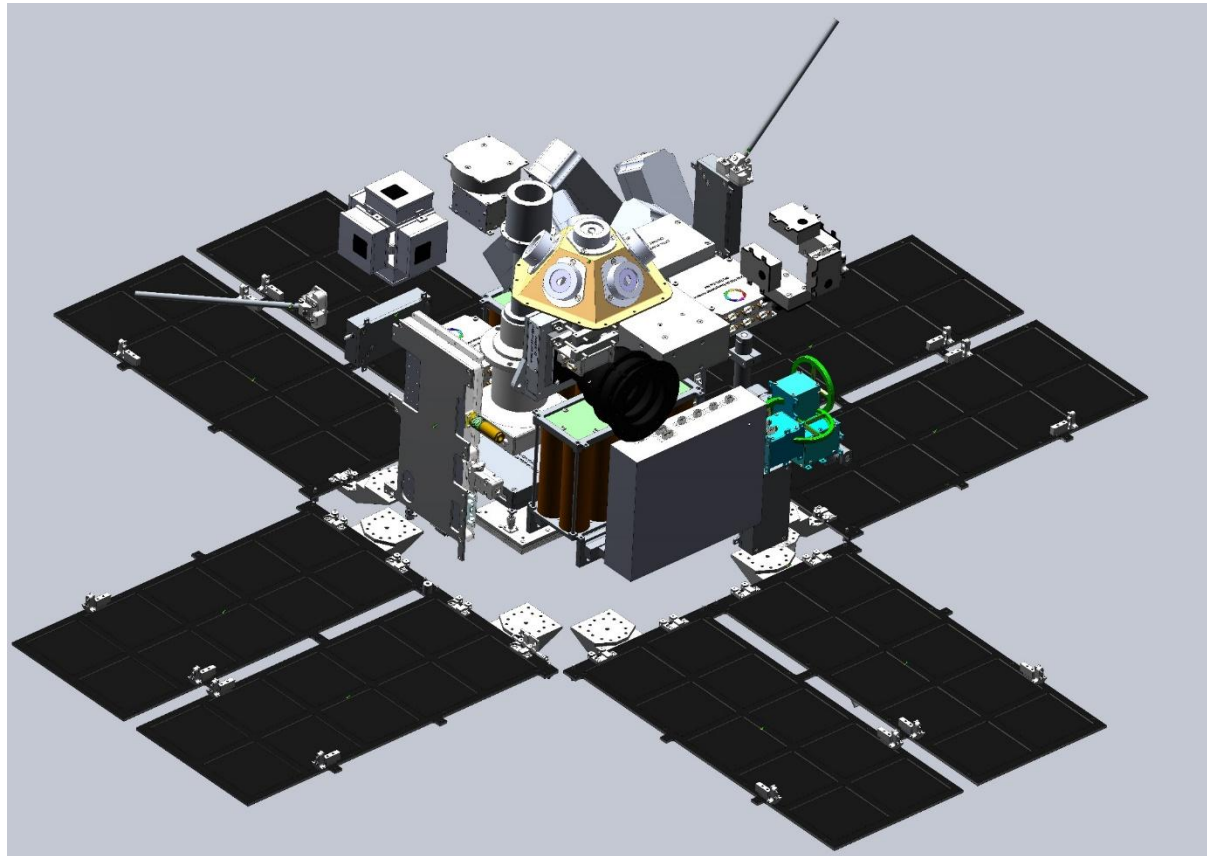


Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Формирование облика КА



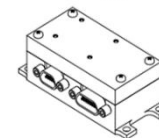
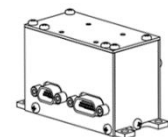
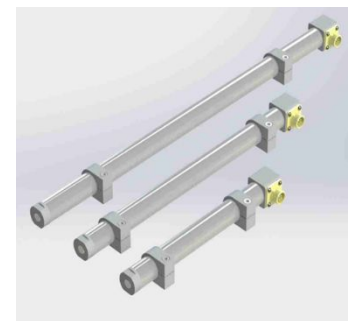
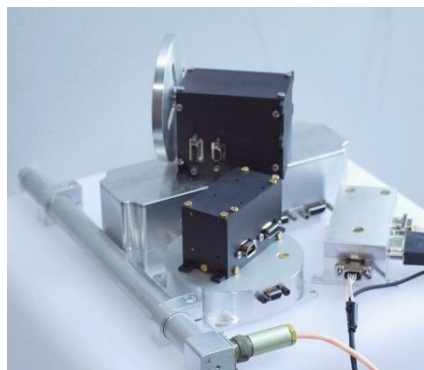
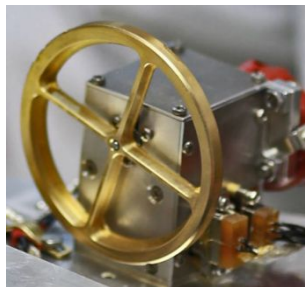
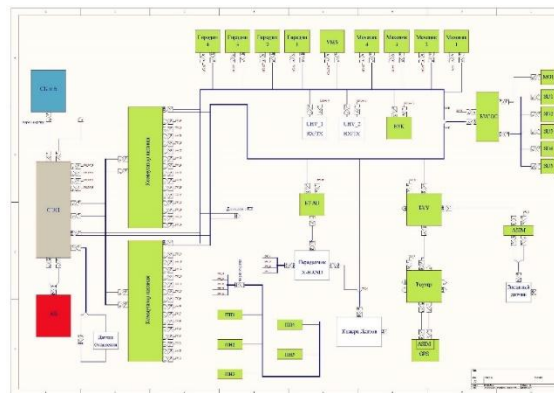
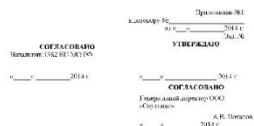


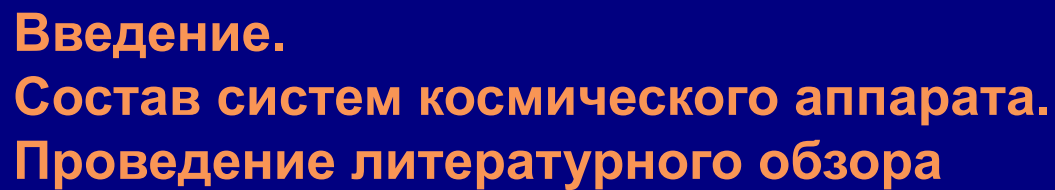
Введение.

Состав систем космического аппарата.

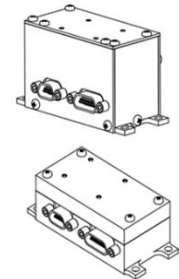
Проведение литературного обзора

Формирование облика КА





□ □ □ □ □ □ □



ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
НА СОСТАВЛЕНИЕ ЧАСТИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

«Комплексное исследование и проектная реализация научно-технических проблем и решение задач, связанных с развитием экономики страны. Развитие на период до 2030 года в интересах формирования целостных исследований, оптимально-качественных форм и содержания научных исследований по актуальным проблемам проектного развития экономики страны и в пределах компетенции на достояние перспектив, влияющих на развитие страны»

«Разработка концептуальных документов по развитию экономики деятельности России на основе системного неадаптивного подхода к управлению и освоению ресурсов и энергии до рубежей (на первом до 2030 году) — углубление «стратегических задач» и «интеграция задач обеспечения национальной безопасности».

«После введения перекрестных референс и корректировки основных данных университетов, имеющих университетские программы в сфере технологий, с целью их более осознанного использования (2010-2011), к этому времени»

Школы СЧ ДОУ: «Матусово» (ИП) и «Талица».

3014



Основные источники информации, используемые при проектировании КА

- Данные от смежных организаций,
- Открытые данные от сторонних производителей, опубликованные в интернете,
- Литературные источники, в том числе, и в интернете,
- Выступления представителей производителей на тематических конференциях,
- Личные знакомства.



Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Проведение поиска по литературным источникам

Литературный поиск или литературный обзор при проектировании КА проводится для сбора сведений, необходимых для выбора тех или иных элементов систем КА, проверки адекватности принимаемых проектных решений, оценки реализуемости проекта, поэтому отчет о проведении обзора должен содержать сведения, пригодные для решения поставленных задач.



Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Проведение поиска по литературным источникам

При проведении отчета полезно проводить сравнительный анализ решений от различных производителей, сопоставляя их по соизмеримым параметрам, а также прослеживать тенденции развития систем КА или их элементов, отслеживая изменение интересующих параметров во времени.



Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Ожидаемые результаты обучения

- Предполагается, что в ходе изучения дисциплины «Основы космонавтики» слушатели выполнят следующие работы:
- .Выбор проекта для проектирования.
 - .Создание проектной команды.
 - .Обзор литературы по аналогичным проектам и системам КА.
 - .Выбор полезной нагрузки для проектируемого КА.
 - .Баллистический расчет проекта.
 - .Выбор характеристик маршевой двигательной установки.
 - .Проект системы энергоснабжения и энергетический расчет.
 - .Проект системы радиосвязи.
 - .Проект системы телеметрических измерений.



Ожидаемые результаты обучения

0. Проект системы обеспечения теплового режима.
1. Выбор массово-инерционных характеристик спускаемого аппарата.
2. Компоновка проектируемого КА и прорисовка его в трех проекциях.
3. Расчет на прочность конструкции КА.
4. Проект системы ориентации и стабилизации.
5. Разработка циклограммы работы аппарата.
6. План наземной экспериментальной отработки и летных испытаний.
7. Разработка план-графика разработки КА и оценка стоимости миссии.



Ожидаемые результаты обучения

8. Разработка план-графика разработки КА и оценка стоимости миссии.
9. Проект наземного комплекса управления и приема целевой информации.
10. Комплексное моделирование работы систем спроектированного КА.



Выбор задания на проектирования в ходе курсов

1. SMS везде

Разработать систему низкоорбитальной глобальной мобильной радиосвязи, предназначенной для обмена сообщениями по типу «абонент-КА-абонент», без использования наземных сетей передачи данных. При проектировании следует минимизировать стоимость космического сегмента системы, стоимость наземного абонентского терминала и стоимость услуг системы.

2. Спутник связи

Разработать космический аппарат системы спутниковой связи, предназначенный для оказания услуги массового двустороннего доступа в Интернет.



Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Выбор задания на проектирования в ходе курсов

Аппарат должен быть предназначен для размещения на геостационарной орбите, нести 24 транспондера Ка-диапазона, иметь стартовую массу не более 3200 кг, мощность системы энергопитания в конце срока активного существования должна быть не менее 5 кВт. В качестве наземного терминала связи использовать терминалы с параболической антенной диаметром 0,75 метра. При проектировании следует минимизировать стоимость космического сегмента системы, стоимость наземного абонентского терминала и стоимость услуг системы.



Выбор задания на проектирования в ходе курсов

3. Спутник-инспектор

Разработать космический аппарат для проведения инспекции и ремонта других космических аппаратов. Запас характеристической скорости аппарата должен составлять не менее 2000 м/с.

4. Съёмка Земли из космоса

Разработать космический аппарат для проведения дистанционного зондирования Земли с орбиты ИСЗ с разрешением до 30 м в надир. По спектральному диапазону изображений бортовая аппаратура должна быть совместима с диапазонами инструментов Thematic Mapper TM и Enhanced Thematic Mapper Plus серии KA Landsat.



Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Выбор задания на проектирования в ходе курсов

Частота дискретизации АЦП бортовой камеры должна быть не меньше 8 бит. Предусмотреть возможность одновременного проведения съемки и сброса полученных изображений на приемную станцию. Масса аппарата должна быть не более 25 кг.



Выбор задания на проектирования в ходе курсов

5. Белковый кристалл в невесомости

Разработать космический аппарат для выращивания кристаллов белков в условиях микрогравитации в течении до 90 суток и их безопасного спуска на Землю. При разработке использовать научно-технический задел по эксперименту «Кристаллизатор» на РС МКС. Кроме того, особое внимание уделить сокращению времени проведения экспериментов и доставки их результатов заказчику.



Список литературы

1. Феодосьев В.И. Основы техники ракетного полета, изд. 2-е. - М. Наука, Главная редакция физ-мат литературы, 1981. - 496 с.
2. Space Mission Engineering: The New SMAD (Space Technology Library, Vol. 28)



Введение.

Состав систем космического аппарата.

Проведение литературного обзора

Спасибо за внимание

Кафедра СМ-1 «Космические аппараты и ракеты-носители»

107005, Москва, Госпитальный переулок, дом 10

E-mail: kafsm1@sm.bmstu.ru

Телефон: +74992610107