

А.А.Чернышев

# ИСТОРИЯ АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКИ

Учебное пособие  
для студентов специальности 162107.65  
«Техническая эксплуатация транспортного  
радиооборудования»



2014

**История авиации и космонавтики:** учебное пособие для студентов специальности 162107.65 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования / Сост. Чернышев А.А. – Томск: кафедра КИПР Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 33 с.: ил.

Пособие составлено на основе различных источников, включая материалы сети Интернет, и предназначено исключительно для учебных занятий и самостоятельной работы студентов-первокурсников специальности 162107.65 по одноименной дисциплине.

Дисциплина относится к гуманитарной составляющей подготовки инженера и входит в научное направление «История техники». Призвана познакомить будущих инженеров по эксплуатации транспортного радиооборудования с объектами установки аппаратуры, с творцами авиационной и ракетно-космической техники, историей ее развития.

© Чернышёв А.А., 2014 (составление).  
© Кафедра КИПР Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2014.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Общие понятия авиации и космонавтики.....	5
2 Классификация самолетов по назначению.....	6
3 Классификация самолетов по схеме.....	7
4 Основные части самолета и их назначение.....	11
5 Управление летательным аппаратом.....	12
5.1 Углы ориентации летательного аппарата.....	17
5.2 Основные органы управления.....	18
5.3 Система управления самолетом.....	19
6 Ракеты.....	20
7 Орбиты искусственных спутников Земли.....	22
8 Космические скорости.....	26
9 Краткая история космонавтики.....	27

## **Введение**

Согласно Основной образовательной программе по специальности 162107.65, общая трудоемкость дисциплины «История авиации и космонавтики» составляет **2 зачетных единицы (72 часа)**.

### ***Цели освоения дисциплины:***

Формирование основных понятий, ознакомление с историей развития и творцами авиационной и ракетно-космической техники.

### ***Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП):***

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору гуманитарного, социального и экономического цикла. Дисциплина преподается на первом курсе, являясь дополнением и развитием дисциплины «Введение в специальность». В отличие от «Введения в специальность», дисциплина в большей мере ориентирована на изучение объектов установки транспортного радиооборудования и их инфраструктуры, на понимание необходимости компетентного взаимодействия будущих специалистов по радиоэлектронике со специалистами из других областей техники, имеющих свою историю и традиции.

***Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:***

- способность к социальному взаимодействию на основе принятых моральных и правовых норм, проявлению уважения к историческому наследию и культурным традициям, толерантности к другой культуре (ОК-7);
- готовность к ответственному отношению к своей трудовой деятельности, понимание значимости своей будущей специальности (ПК-4).

### ***В результате изучения дисциплины студент должен:***

#### ***знать:***

- задачи, решаемые авиацией и космонавтикой, их связь с другими отраслями науки и народного хозяйства, классификацию и характерные конструкции летательных аппаратов, историю их развития, основные вехи истории авиации и космонавтики, ученых и инженеров, внесших наибольший вклад в их развитие.

#### ***уметь:***

-анализировать информацию в области авиации и космонавтики, производить целенаправленный поиск информации и готовить сообщения по авиационной и ракетно-космической тематике, с системных позиций пояснять роль специалистов по эксплуатации радиооборудования в обеспечении регулярности и безопасности полетов.

#### ***владеть:***

-основными терминами в области авиации и космонавтики.

### ***Содержание дисциплины:***

Авиация и ее отличие от воздухоплавания; структура современной авиации; классификация самолетов по назначению, компоновочной схеме, виду фюзеляжа, условиям взлета и посадки; основные части самолета и их назначение; управление самолетом и углы ориентации (тангаж, рыскание, крен); системы бортового оборудования; состав авионики; краткая история авиации; космонавтика, ее проблематика и классификация; ракеты и их характерные конструкции; обитаемые и необитаемые космические аппараты; орбиты искусственных спутников Земли (ИСЗ) и их параметры; космические скорости; типовая схема выведения ИСЗ на геостационарную орбиту; история и достижения отечественной космонавтики; К.Э.Циолковский, С.П.Королев; особенности и успехи космической программы США, расширение круга космических держав; международное сотрудничество в области авиации и космонавтики.

## 1 Общие понятия авиации и космонавтики

Специальность «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» относится к укрупненному направлению подготовки специалистов «Эксплуатация и испытания авиационно-космической техники».

**Авиация** (фр. *aviation*, от лат. *avis* — птица) — теория и практика полёта в атмосфере, а также совокупное наименование связанных с ними видов деятельности.

В отличие от воздухоплавания, обычно имеют в виду применение летательных аппаратов тяжелее воздуха: *самолеты, вертолеты* и др.

Для обеспечения полётов создается **авиационная инфраструктура**.

### Структура авиации:

- Гражданская авиация
  - ИКАО - Международная организация гражданской авиации
  - Легкая авиация
  - деловая авиация
  - любительская авиация
  - малая авиация
  - спортивная авиация (аэроклубы и др.)
- Государственная авиация
  - военная авиация
  - авиация других силовых ведомств
  - авиация МЧС
- Экспериментальная авиация
- Авиационная промышленность
- Авиационная инфраструктура
- Единая система организации воздушного движения

Производство собственных летательных аппаратов и наиболее мощные военно-воздушные силы имеют вооруженные силы США, России, Великобритании, Франции, Китая, Израиля.

**Космонавтика** - совокупность отраслей науки и техники, обеспечивающих освоение космического пространства и внеземных объектов.

Тесно связана с **ракетостроением**.

Космонавтика включает **проблемы**:

- теории космических полётов (расчёты траекторий и др.);
- научно-технические (создание ракет-носителей, космических аппаратов, средств связи, управления и т. п.);
- медико-биологические;
- международно-правовое регулирование вопросов использования космического пространства и небесных тел.

Различают космонавтику по участию человека в полетах:

- с применением автоматов;
- пилотируемая.

## 2 Классификация самолетов по назначению

Летные геометрические и весовые характеристики, общая компоновка, применяемое оборудование, а также конструкция отдельных частей во многом определяются назначением самолета.

По назначению все самолеты можно разделить на две большие группы:

- 1) гражданские и
- 2) военные.

**Гражданские самолеты** служат для перевозки пассажиров, грузов, почты и для обслуживания различных отраслей народного хозяйства. Они, в свою очередь, могут быть разделены на следующие основные типы.

**1. Пассажирские самолеты**, предназначенные для перевозки пассажиров, багажа и почты. В зависимости от дальности полета, количества перевозимых пассажиров, размеров и типа взлетно-посадочных полос эти самолеты делятся на магистральные и самолеты местных линий.

*Магистральные самолеты* в зависимости от дальности полета делятся на:

- а) ближние с дальностью полета 1000...2000 км;
- б) средние с дальностью полета 3000...4000 км;
- в) дальние с дальностью полета 5000...11 000 км.

*Самолеты местных линий* подразделяются на:

- а) тяжелые с числом пассажиров 50...55;
- б) средние с числом пассажиров 24...30;
- в) легкие с числом пассажиров 8...20.

**2. Грузовые самолеты**, основным назначением которых является перевозка различных грузов.

**3. Самолеты специального назначения**, применяемые в различных областях народного хозяйства. Это самолеты полярной, сельскохозяйственной, санитарной авиации, самолеты для геологической воздушной разведки, для охраны лесов от пожаров, для аэрофотосъемок и др.

**4. Учебные самолеты**, служащие для подготовки пилотов. Они подразделяются на самолеты первоначального обучения и переходные. Самолеты первоначального обучения - это двухместные самолеты, достаточно простые в освоении и технике пилотирования. Переходные самолеты служат, для обучения пилотов полетам на находящихся в эксплуатации серийных самолетах.

**Военные самолеты** служат для нанесения ударов с воздуха по военным объектам, коммуникациям, живой силе и технике противника в его тылу и в прифронтовой полосе, для защиты своих объектов и войск от авиации противника, для высадки десантов, транспортировки войск, техники и грузов, для разведки, связи и т.д.

В зависимости от конкретного назначения военные самолеты можно разделить на следующие типы.

**1. Бомбардировщики**, назначением которых является нанесение бомбовых ударов по важнейшим объектам, узлам коммуникаций, местам сосредоточения техники и живой силы противника в его тылу.

**2. Истребители**, которые служат для борьбы с авиацией противника. Они, в свою очередь, могут быть разделены на несколько видов:

- а) истребители сопровождения, предназначенные для защиты от авиации противника своих бомбардировщиков, выполняющих боевую задачу;
- б) фронтовые истребители, обеспечивающие защиту своих войск от

авиации противника над полем боя и в прифронтовой полосе;  
в) истребители противовоздушной обороны - истребители перехватчики, назначением которых является перехват и уничтожение бомбардировщиков противника.

**3. Истребители-бомбардировщики**, снабженные бомбами, ракетным и пушечным вооружением и служащие для нанесения ударов по объектам в районе передовых позиций и в ближнем тылу противника и для уничтожения его авиации.

**4. Военно-транспортные самолеты**, используемые для высадки десантов, транспортировки войск, техники и различных грузов.

**5. Самолеты-разведчики**, предназначенные для ведения воздушной разведки в тылу противника и над театром военных действий.

**6. Вспомогательные самолеты**, куда относятся самолеты-корректировщики, самолеты связи, санитарные и т.п.

### 3 Классификация самолетов по схеме

Классификация самолетов по схеме производится с учетом взаимного расположения, формы, количества и типа отдельных составляющих самолет агрегатов. Схема самолета определяется следующими признаками:

- 1) количеством и расположением крыльев;
- 2) типом фюзеляжа;
- 3) расположением оперения
- 4) типом шасси;
- 5) типом, количеством и расположением двигателей.

На сегодняшний день различают следующие компоновочные схемы самолётов:

**Классическая компоновка.** Нормальная аэродинамическая схема (классическая) — наиболее массовая аэродинамическая схема, при которой летательный аппарат (ЛА) имеет горизонтальное оперение (стабилизатор), расположенное после крыла.



Tu-95

**«Бесхвостка»** — аэродинамическая схема, согласно которой у самолёта отсутствуют отдельные плоскости вертикального управления, а используются только плоскости, установленные на задней кромке крыла. Эти плоскости называются элевонами и комбинируют функции элеронов и рулей высоты. Схема «бесхвостка» наиболее выгодна для сверхзвуковых пассажирских самолетов.



«Конкорд»

При хорде крыла равной длине фюзеляжа «бесхвостка» становится «летающим крылом»:

**«Летающее крыло»** — разновидность схемы «бесхвостка» с редуцированным фюзеляжем, роль которого играет крыло, несущее все агрегаты, экипаж и полезную нагрузку.



Стратегический бомбардировщик B-2 Spirit



*«Утка»* — аэродинамическая схема, при которой у летательного аппарата органы продольного управления расположены впереди крыла.



*Продольный триплан* (с передним и хвостовым горизонтальным оперением). Пример современной аэродинамической схемы – продольный интегральный триплан:



Палубный истребитель-бомбардировщик Су-33 (Су-27К)

**Тандем** (два крыла расположено друг за другом):



**Конвертируемая** схема.

Пример конвертируемой схемы - Ту-144. Убирающееся на время полёта *переднее горизонтальное оперение* (ПГО) позволило существенно увеличить маневренность и уменьшить скорость при посадке:



Полностью охарактеризовать схему самолета можно лишь на основании всех перечисленных выше пяти признаков. Классификация же лишь по одному или нескольким из них не может дать полного представления о схеме.

Компоновочная схема самолета характеризуется также следующими признаками.

По количеству крыльев все самолеты делятся на **бипланы и монопланы**, а последние в зависимости от взаимного расположения крыла и фюзеляжа - на **низкопланы, среднепланы и высокопланы**.

По типу фюзеляжа самолеты делятся на **однофюзеляжные и двухбалочные**.

В зависимости от условий взлета и посадки самолёты могут иметь **шасси** колесное, лыжное, поплавковое. У гидросамолетов фюзеляж может выполнять функции и лодки. Встречаются смешанные схемы: колесно-лыжное шасси, лодка-амфибия.

В качестве основных двигателей на современных самолетах применяются **поршневые и газотурбинные двигатели**. Наибольшее распространение в настоящее время получили газотурбинные двигатели, которые, в свою очередь, делятся на **турбовинтовые, турбореактивные, турбореактивные с форсажем и турбореактивные двухконтурные**. Выбор типа двигателей, их количества и расположения определяется в значительной степени назначением самолета и оказывает существенное влияние на его схему.

#### 4 Основные части самолета и их назначение

Основными частями самолета являются крыло, фюзеляж, оперение, шасси и силовая установка.

**Крыло** - несущая поверхность самолета, предназначенная для создания аэродинамической подъемной силы.

**Фюзеляж** - основная часть конструкции самолета, служащая для соединения в одно целое всех его частей, а также для размещения экипажа, пассажиров, оборудования и грузов.

**Оперение** - несущие поверхности, предназначенные для обеспечения продольной и путевой устойчивости и управляемости.

**Шасси** - система опор самолета, служащая для взлета, посадки, передвижения и стоянки на земле, палубе корабля или на воде.

**Силовая установка**, основным элементом которой является двигатель, служит для создания тяги.

Кроме этих основных частей самолет имеет большое количество различного **оборудования**. На нем устанавливаются системы основного управления (управления рулевыми поверхностями: элеронами, рулями высоты и направления), вспомогательного управления (управление механизацией, уборкой и выпуском шасси, створками люков, агрегатами оборудования и т.п.), гидро и пневмо оборудование, электро оборудование, высотное, защитное оборудование и др.

Современные летательные аппараты оснащены весьма сложной и разнообразным оборудованием, которые позволяют выполнять полеты при любых условиях.

**Системы бортового оборудования** летательных аппаратов объединяется в целый ряд четко разграниченных сложных комплексов:

- Навигационно-пилотажный комплекс (НПК).
- Радиолокационный комплекс (РЛК).
- Комплекс аппаратуры автоматической бортовой системы управления (АБСУ).
- Комплекс оборудования силовых установок (СУ).
- Комплекс электрооборудования (КЭО).

**Авионика** (от *авиация* и *электроника*) — совокупность всех **электронных систем**, разработанных для использования в авиации. Это системы коммуникации, навигации, отображения и управления различными устройствами — от сложных (например, радара) до простейших (например, поискового прожектора полицейского вертолёта).

Термин «авионика» появился в начале 1970, когда произошло появление интегральных микроэлектронных технологий и создание на их основе компактных бортовых высокопроизводительных компьютеров, а также принципиально новых автоматизированных систем контроля и управления.

Первоначально основным потребителем авиационной электроники были военные. Боевые самолеты превратились в летающие платформы для датчиков и электронных комплексов. В настоящее время доля затрат на авионику составляет до 80 % от общей стоимости самолета.

На базе авионики строятся следующие авиационные системы:

**а) системы, обеспечивающие управление самолетом, вертолетом:**

- Системы связи
- Системы навигации
- Системы индикации
- Системы управления полетом (FCS)
- Системы предупреждения столкновений
- Системы метеонаблюдения
- Системы управления самолетом

**б) системы, обеспечивающие управление вооружением:**

• Радары. **Радиолокационная станция** (РЛС) или **радар** (англ. *radar* от RAdio Detection And Ranging — радиообнаружение и дальнометрия) — система для обнаружения воздушных, морских и наземных объектов, а также для определения их дальности, скорости и геометрических параметров.

• Сонары. **Гидролокатор**, или **сонар**, (англ. *sonar*, аббревиатура от SOUNd Navigation And Ranging) — средство звукового обнаружения подводных объектов с помощью акустического излучения.

- Электронно-оптические системы
- Системы обнаружения целей
- Системы управления вооружением.

**Планер самолёта** включает фюзеляж, крыло, хвостовое оперение, шасси и гондолы, куда помещают двигательные установки или другие агрегаты. Этот набор элементов характерен для классической компоновки. Некоторые элементы могут отсутствовать в других.

**Фюзеляж** является «телом» самолёта. В нём располагаются кабина экипажа, топливные баки, системы управления и контроля, пассажирские места (в пассажирских самолётах), оружие (в боевых самолётах) и так далее. Фюзеляж состоит из продольных балок, шпангоутов и металлических (как правило, алюминиевых) листов.

Пассажирские самолёты разделяют на **узкофюзеляжные** и **широкофюзеляжные**. У первых диаметр поперечного сечения фюзеляжа составляет в среднем 2-3 метра. Диаметр широкого фюзеляжа — не менее шести метров. Все широкофюзеляжные самолёты — двухпалубные: на верхней палубе располагаются пассажирские места, на нижней — багажное отделение. Существуют самолёты с двумя пассажирскими палубами (A380, Боинг 747).

**Оперение** устанавливается в хвостовой части фюзеляжа. Хвостовое оперение в большинстве случаев представляет собой вертикально расположенный киль и стабилизаторы, близкие по конструкции к крылу. Киль регулирует устойчивость самолёта по оси движения, а стабилизаторы — тангаж.

Оперение чаще всего бывает вертикальным (Ил-86) или Т-образным (Ту-154, Ил-76). Реже имеются два киля на обоих концах цельного стабилизатора (Ан-225). На некоторых боевых самолётах дополнительное оперение устанавливается в носовой части фюзеляжа (Су-35). Из-за плохой путевой устойчивости сверхзвуковые самолёты имеют непропорционально большой киль или даже два киля (Су-27, МиГ-25, F-15).



Ил-76, высокоплан с Т-образным оперением

**Шасси** представляет собой демпферную стойку, к которой крепится колёсная тележка (у гидропланов — поплавков). С помощью шасси самолёт осуществляет взлёт и посадку, руление, стоянку.

В зависимости от массы самолёта различается конфигурация шасси. Наиболее часто встречающиеся: одна носовая стойка и две основных (Ту-154, А320), одна носовая и три основных (Ил-96), одна носовая и четыре основных (Боинг 747), две носовых и две основных (В-52). Для ранних самолётов было характерно устанавливать две основных стойки и небольшое вращающееся колесо непосредственно под килем без стойки (Ли-2). Колёсные тележки могут иметь различное количество колёсных пар: от одной (А320) до семи (Ан-225).

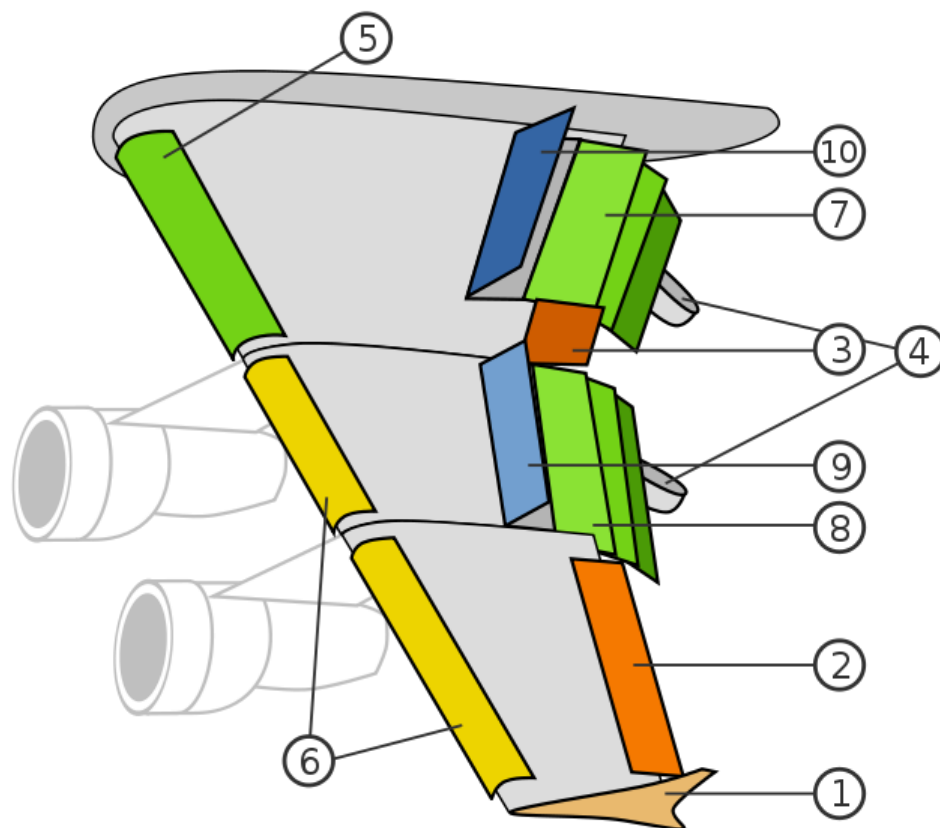
Управление поворотом самолёта на земле может осуществляться через привод к носовой стойке шасси или дифференциацией режима работы двигателей (у самолётов с более чем одним двигателем). В полёте шасси убираются в специальные отсеки для уменьшения аэродинамического сопротивления.

**Крыло** является ключевой частью в конструкции самолёта, оно создаёт подъёмную силу: профиль крыла устроен таким образом, что консоль разделяет набегающий на самолёт поток воздуха. Над верхней кромкой крыла образуется область низкого давления, одновременно под нижней — область высокого давления, крыло «выталкивается» вверх, и самолёт поднимается.

Крыло чаще всего крепится к фюзеляжу через **центроплан**, расположенный в нижней части фюзеляжа (у низкопланов, Ил-96) или в верхней (у высокопланов, Ил-76).

**Механизация крыла** — совокупность устройств на крыле летательного аппарата, предназначенных для регулирования его несущих свойств. Механизация включает в себя закрылки, предкрылки, интерцепторы, спойлеры, флапероны, активные системы управления пограничным слоем и т. д.

Пример механизации крыла реактивного самолета:



1. Законцовка (Винглет)
2. Элерон
3. Высокоскоростной элерон
4. Балки закрылок
5. Предкрылок Крюгера
6. Предкрылки
7. Три внутренние закрылки
8. Три внешние закрылки
9. Интерцепторы (Спойлеры)
10. Элерон-интерцепторы

**Закрылки** — отклоняемые поверхности, симметрично расположенные на задней кромке крыла. Закрылки в убранном состоянии являются продолжением поверхности крыла, тогда как в выпущенном состоянии могут отходить от него с образованием щелей. Используются для улучшения несущей способности крыла во время взлёта, набора высоты, снижения и посадки, а также при полёте на малых скоростях.

Принцип работы закрылков заключается в том, что при их выпуске увеличивается кривизна профиля и/или площадь поверхности крыла, следовательно, увеличивается и подъёмная сила. Возросшая подъёмная сила позволяет летательным аппаратам лететь без сваливания при меньшей скорости. Таким образом, выпуск закрылков является эффективным способом снизить взлётную и посадочную скорости.

Второе следствие выпуска закрылков — это увеличение аэродинамического сопротивления. Если при посадке возросшее лобовое сопротивление способствует торможению самолета, то при взлёте дополнительное лобовое сопротивление отнимает часть

тяги двигателей. Поэтому на взлёте закрылки выпускаются всегда на меньший угол, нежели при посадке.

**Предкрылки** — отклоняемые поверхности, установленные на передней кромке крыла. При отклонении образуют щель, аналогичную таковой у щелевых закрылков. Предкрылки, не образующие щели, называются отклоняемыми носками. Как правило, предкрылки автоматически отклоняются одновременно с закрылками, но могут и управляться независимо. В целом, эффект предкрылков заключается в увеличении допустимого угла атаки.



Выпущенные предкрылки



Выпущенные закрылки и предкрылки

**Интерцепторы** (*спойлеры* и *спидбрейки*) — отклоняемые или выпускаемые в поток поверхности на верхней поверхности крыла, которые увеличивают аэродинамическое сопротивление и уменьшают (увеличивают) подъёмную силу. Поэтому интерцепторы также называют органами непосредственного управления подъёмной силой.

Спойлеры (многофункциональные интерцепторы) — гасители подъемной силы.

Симметричное задействие интерцепторов на обеих консолях крыла приводит к резкому уменьшению подъемной силы и торможению самолёта. После выпуска самолёт балансируется на большем угле атаки, начинает тормозиться за счёт возросшего сопротивления и плавно снижаться. Возможно изменение вертикальной скорости без изменения угла тангажа. Таким образом, при одновременном выпуске интерцепторы используются в качестве воздушных тормозов.

Интерцепторы также активно используются для гашения подъемной силы после приземления или при прерванном взлёте. Они не столько гасят скорость непосредственно, сколько снижают подъемную силу крыла. Это приводит к увеличению нагрузки на колёса и улучшению сцепления колёс с поверхностью. После выпуска внутренних интерцепторов можно переходить к торможению с помощью колёс.



Выпущенные спойлеры



Выпуск левого элерон-интерцептора при парировании правого крена

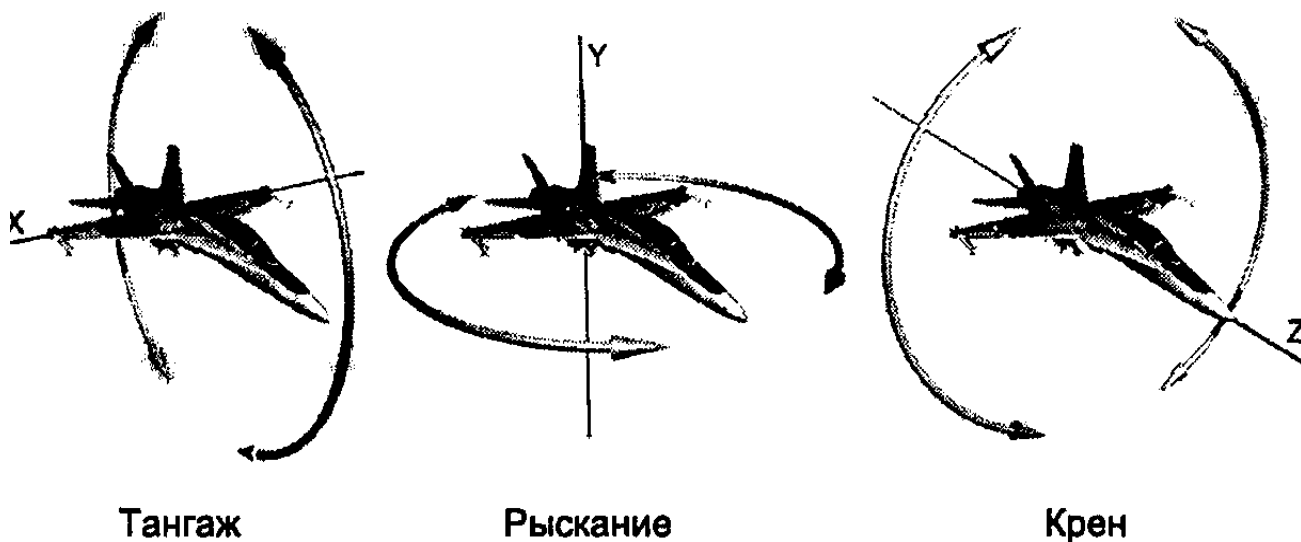


## Хвостовое оперение



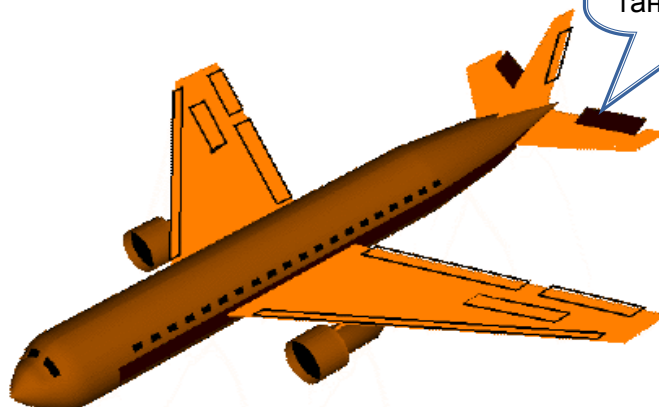
## 5 Управление летательным аппаратом

### 5.1 Углы ориентации летательного аппарата

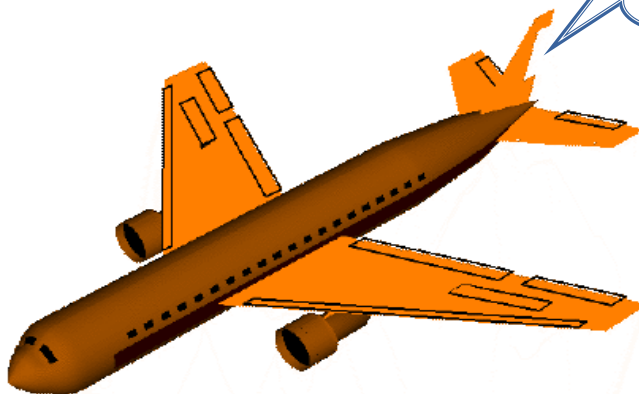


## 5.2 Основные органы управления

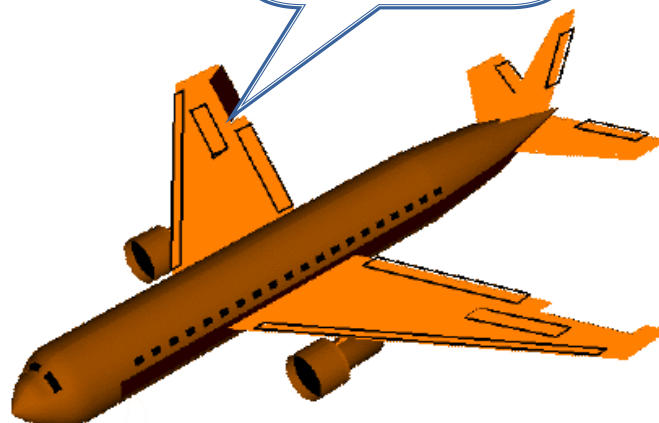
Основной орган управления по тангажу – руль



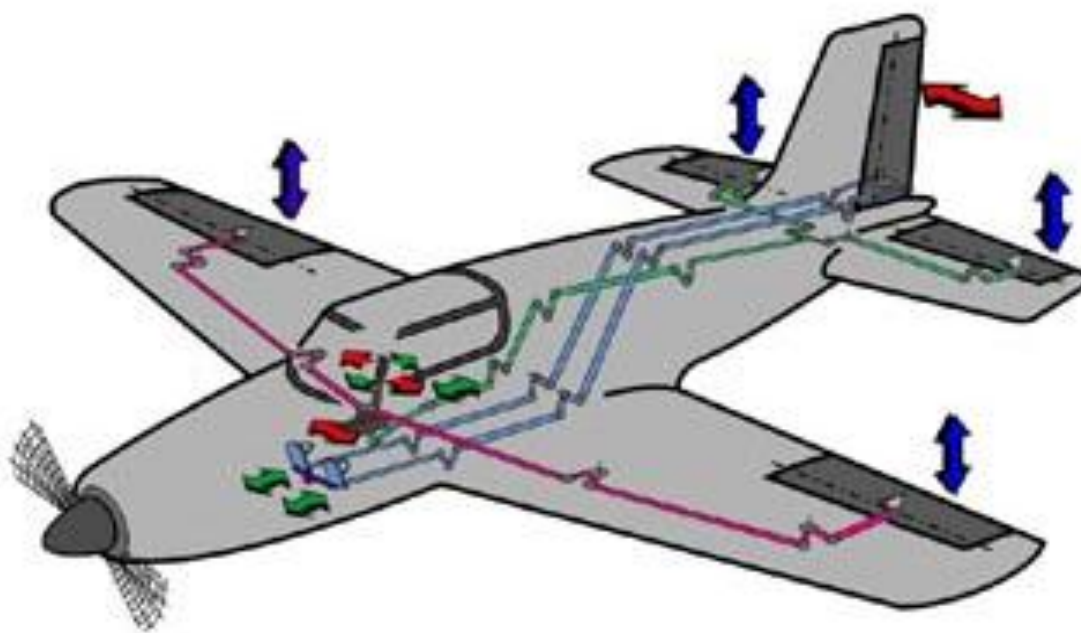
Основной орган управления по рысканию –



Основной орган управления по крену – элероны



### 5.3 Система управления самолетом



Основное управление, простейшая схема:

- ▶ Педали – на руль направления
- ▶ Ручка (штурвал) «на себя»/«от себя» - на руль высоты
- ▶ Ручка (штурвал) «влево»/«вправо» - на элероны

## 6 Ракеты

Ниже дана классификация ракет по конструктивным признакам.

1. **По типу двигателей** - на четыре группы:

а) ракеты, снабженные жидкостными реактивными двигателями (ЖРД). Компоненты топлива - горючее и окислитель - размещаются на борту ракеты в специальных емкостях (баках);

б) ракеты, снабженные двигателями твердого топлива (РДТТ). В этих ракетах весь запас топлива размещается непосредственно в камере сгорания. Снаряжение им ракет производится только в заводских условиях;

в) ракеты с воздушно-реактивными двигателями (ВРД). Эти ракеты заправляются на земле только горючим, а в качестве окислителя используется кислород воздуха. Высота полета (потолок) таких ракет ограничена пределами атмосферы;

г) ракеты с гибридными реактивными двигателями (ГРД). В этих ракетах двигатели работают на сочетании твердых и жидких компонентов топлива. Например, в качестве горючего может использоваться жидкое топливо, а окислитель твердый. Но может быть и наоборот: горючее - твердое топливо, а окислитель - жидкое вещество. Ракеты с такими двигателями сочетают в себе признаки, характерные для ракет с ЖРД и РДТТ.

2. **По числу ступеней** ракеты делятся на одноступенчатые и составные (как правило, двух- и трехступенчатые). У составных ракет боевой частью снабжается только последняя ступень, которая, в сущности, сама является одноступенчатой ракетой. Отделение каждой ступени от последующих, продолжающих полет, происходит по мере израсходования топлива.

3. По своей **внешней форме и по типу траектории** полета ракеты делятся на:

а) баллистические. Отсутствуют несущие поверхности (крылья). В некоторых случаях они снабжаются лишь небольшими стабилизаторами, чтобы обеспечить устойчивый полет в плотных слоях атмосферы. Дальнейший их полет происходит по баллистической траектории.

б) крылатые. Внешне напоминают реактивные самолеты-истребители.

4. В зависимости от **возможности управления в полете** все боевые ракеты делятся на две группы:

а) управляемые и

б) неуправляемые.

Подавляющее большинство ракет являются **управляемыми**, причем управление может происходить как на части траектории полета (например, баллистические ракеты управляются только на начальном, активном участке траектории), так и на всем протяжении полета. Возможность управления полетом ракет на траектории существенно увеличивает точность стрельбы.

По способу управления все **управляемые ракеты** делятся на четыре основных класса:

1) с автономным управлением,

2) с телеуправлением,

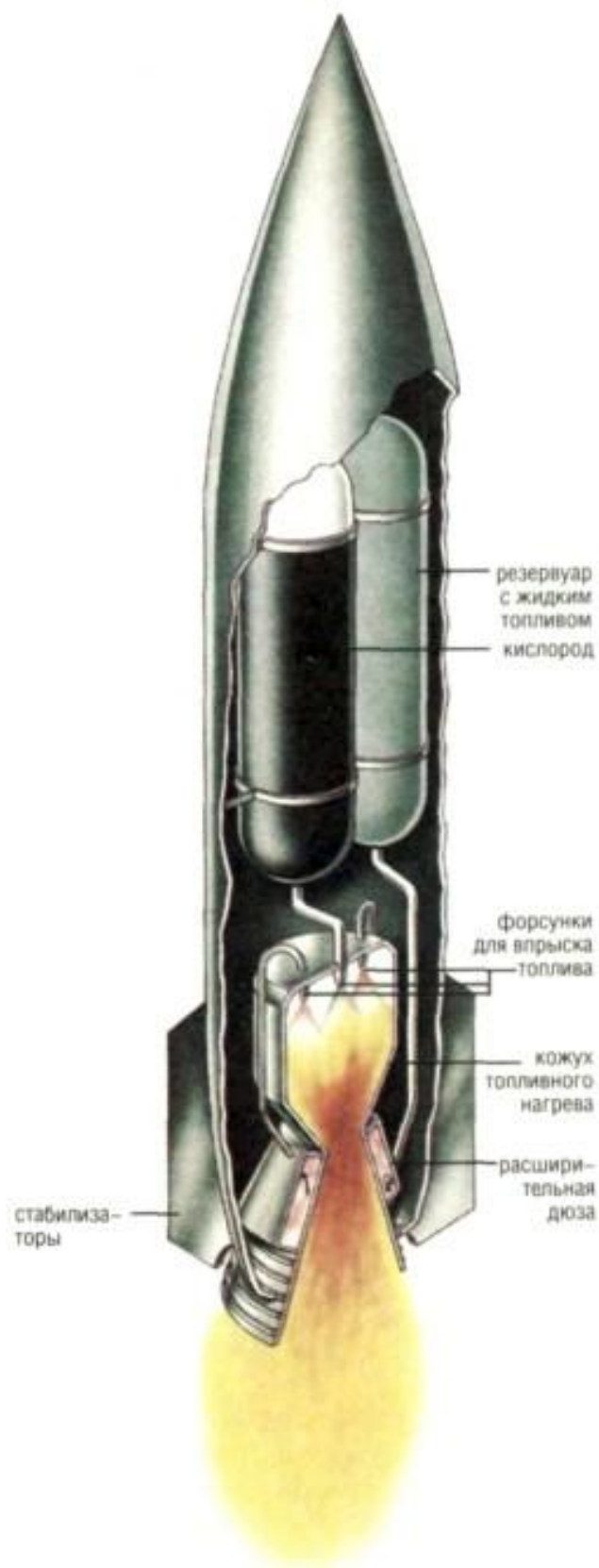
3) с самонаведением и

4) с комбинированным управлением.

У **неуправляемых** ракет направление полета в момент старта определяется положением пускового устройства.

Современные **боевые** ракеты представляют собой сложный агрегат с корпусом цилиндрической или сигарообразной формы длиной от 1,8 до 30 м и диаметром от 0,15 до 3,0 м, имеющим обтекаемую головную часть, небольшие крылья (на некоторых) с размахом от 1,5 до 6,1 м и стабилизатор в кормовой части. В корпусе ракеты размещаются реактивный

двигатель, топливо, боевое взрывчатое вещество от 30 до 1500 кг и система приборов управления. Вес ракеты колеблется от 5 до 8000 кг. Скорость полета достигает 5000 км/ч. Дальность полета свыше 8000 км при высоте траектории полета от 10 до 100 км.



Конструкция одноступенчатой ракеты

## 7 Орбиты искусственных спутников Земли

Траектория движения ИСЗ называется орбитой. Во время свободного полета спутника, когда его бортовые реактивные двигатели выключены, движение происходит под воздействием гравитационных сил и по инерции, причем главной силой является притяжение Земли.

Если считать Землю строго сферической, а действие гравитационного поля Земли — единственной силой, воздействующей на спутник, то движение ИСЗ подчиняется известным законам Кеплера.

Оно происходит в неподвижной (в абсолютном пространстве) плоскости, проходящей через центр Земли, — плоскости орбиты; орбита имеет форму эллипса (рисунок 7.1) или окружности (частный случай эллипса).



Рисунок 7.1 – Наклонная эллиптическая орбита ИСЗ

При движении спутника полная механическая энергия (кинетическая и потенциальная) остается неизменной, вследствие чего при удалении спутника от Земли скорость его движения уменьшается. Земля находится в одном из фокусов эллипса.

Линия пересечения плоскости орбиты с плоскостью экватора (**a** — **a** на рисунке 7.1) называется линией узлов, угол  $i$  между плоскостью орбиты и плоскостью экватора — наклоном орбиты. По наклонению различают экваториальные ( $i = 0^\circ$ ), полярные ( $i = 90^\circ$ ) и наклонные орбиты ( $0^\circ < i < 90^\circ$ ;  $90^\circ < i < 180^\circ$ ).

Для систем связи и вещания необходимо, чтобы имела прямая видимость между спутником и соответствующими земными станциями в течение сеанса связи достаточной длительности. Если сеанс не круглосуточный, то удобно, чтобы он повторялся ежедневно в одно и то же время. Поэтому предпочтительны синхронные орбиты с периодом обращения, равным или кратным времени оборота Земли вокруг оси, т. е. звездным суткам (23 ч 56 мин 4 с).

Широкое применение нашла высокая эллиптическая орбита с периодом обращения 12 ч, когда для систем связи и вещания использовались спутники «Молния» (высота перигея 500 км, апогея — 40 тыс. км). Движение ИСЗ на большой высоте — в области апогея — замедляется, а область перигея, расположенную над южным полушарием Земли, спутник проходит очень быстро. Зона видимости ИСЗ на орбите типа «Молния» в течение большей части витка вследствие значительной высоты велика. Она расположена в северном полушарии и поэтому удобна для северных стран. Обслуживание всей территории бывшего

СССР одним из ИСЗ возможно в течение не менее 8 ч, поэтому трех ИСЗ, сменяющих друг друга, было достаточно для круглосуточной работы. В настоящее время ради исключения перерывов связи и вещания, упрощения систем наведения антенн земных станций на ИСЗ и других эксплуатационных преимуществ осуществлен переход на использование геостационарных орбит (ГСО) спутников Земли.

Орбита геостационарного ИСЗ — это круговая (эксцентриситет  $e = 0$ ), экваториальная (наклонение  $i = 0^\circ$ ), синхронная орбита с периодом обращения 24 ч, с движением спутника в восточном направлении.

Орбиту ГСО еще в 1945 г. рассчитал и предложил использовать для спутников связи английский инженер Артур Кларк, известный впоследствии как писатель-фантаст. В Англии и многих других странах геостационарную орбиту называют «Пояс Кларка» (рисунок 7.2).



Рисунок 7.2 – Размещение геостационарных спутников Земли на поясе Кларка

Орбита имеет форму окружности, лежащей в плоскости земного экватора с высотой над поверхностью Земли 35 786 км. Направление вращения ИСЗ совпадает с направлением суточного вращения Земли. Поэтому для земного наблюдателя спутник кажется неподвижным в определенной точке небесной полусферы.

Геостационарная орбита уникальна тем, что ни при каком другом сочетании параметров нельзя добиться неподвижности свободно движущегося ИСЗ относительно земного наблюдателя. Необходимо отметить некоторые достоинства геостационарных ИСЗ:

- связь осуществляется непрерывно, круглосуточно, без переходов (заходящего ИСЗ на другой);
- на антеннах земных станций упрощены, а на некоторых даже исключены системы автоматического сопровождения ИСЗ;
- механизм привода (перемещения) передающей и приемной антенн облегчен, упрощен, сделан более экономичным;
- достигнуто более стабильное значение ослабления сигнала на трассе Земля — Космос;
- зона видимости геостационарного ИСЗ около одной трети земной поверхности; трех геостационарных ИСЗ достаточно для создания глобальной системы связи;

- отсутствует (или становится весьма малым) частотный сдвиг, обусловленный эффектом Доплера.

Существенное влияние на свойства каналов связи оказывает и запаздывание радиосигнала при его распространении по линии Земля — ИСЗ — Земля.

При передаче симплексных (однаправленных) сообщений (программ телевидения, звукового вещания и других дискретных (прерывистых) сообщений это запаздывание не ощущается потребителем. Однако при дуплексной (двусторонней) связи запаздывание на несколько секунд уже заметно. Например, электромагнитная волна от Земли на ГСО и обратно «путешествует» 2...4 с (с учетом задержки сигнала в аппаратуре ИСЗ) и наземной аппаратуре. В этом случае не имеет смысла передавать сигналы точного времени.

Вывод геостационарного спутника на орбиту обычно осуществляется многоступенчатой ракетой через промежуточную орбиту.

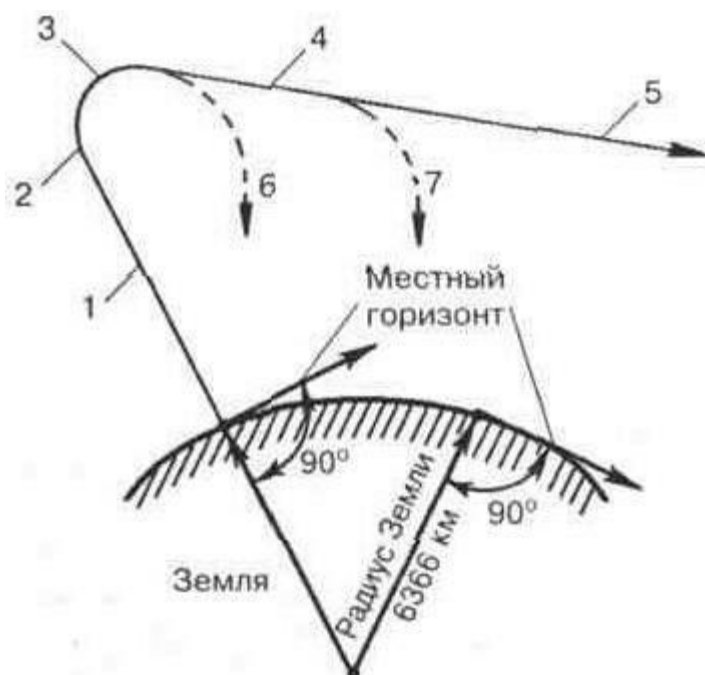


Рисунок 7.3 – Типовая схема траектории полета ракеты-носителя

Носитель, стартуя вертикально (участок 1, расположенный на высоте 185... 250 км), выходит затем на криволинейный активный участок 2 в восточном направлении. На этом участке первая ступень обеспечивает постепенное уменьшение угла наклона ее оси по отношению к местному горизонту. Участки 3, 4 — соответственно активные участки полета второй и третьей ступеней, 5 — орбита ИСЗ, 6, 7 — пассивные участки полета ракетных блоков первой и второй ступеней (рисунок 7.3).

При выведении ИСЗ на соответствующую орбиту большую роль играют время и место запуска ракеты-носителя. Подсчитано, что космодром выгоднее располагать как можно ближе к экватору, так как при разгоне в восточном направлении ракета-носитель получает дополнительную скорость. Эта скорость называется окружной скоростью космодрома  $V_k$ , т. е. скорость его движения вокруг оси Земли благодаря суточному вращению планеты. На экваторе она равна 465 м/с, а на широте космодрома Байконур — 316 м/с. Практически это означает, что с экватора той же ракетой-носителем может быть запущен более тяжелый ИСЗ.



Завершающей стадией полета ракеты-носителя является вывод ИСЗ на орбиту, форма которой определяется кинетической энергией, сообщаемой ИСЗ ракетой, т. е. конечной скоростью носителя. В том случае, когда спутнику сообщается количество энергии, достаточное для его вывода на ГСО, ракета-носитель должна вывести в точку, удаленную от Земли на 35 875 км, и сообщить ему при этом скорость 3075 м/с.

Орбитальную скорость геостационарного ИСЗ легко подсчитать. Высота ГСО над поверхностью Земли 35 786 км, радиус ГСО на 6366 км больше (средний радиус Земли), т. е. 42 241 км. Умножив значение радиуса ГСО на  $2\pi$  (6,28), получим ее длину окружности — 265 409 км. Если разделить ее на длительность суток в секундах (86 400 с), получим орбитальную скорость ИСЗ — в среднем 3,075 км/с, или 3075 м/с.

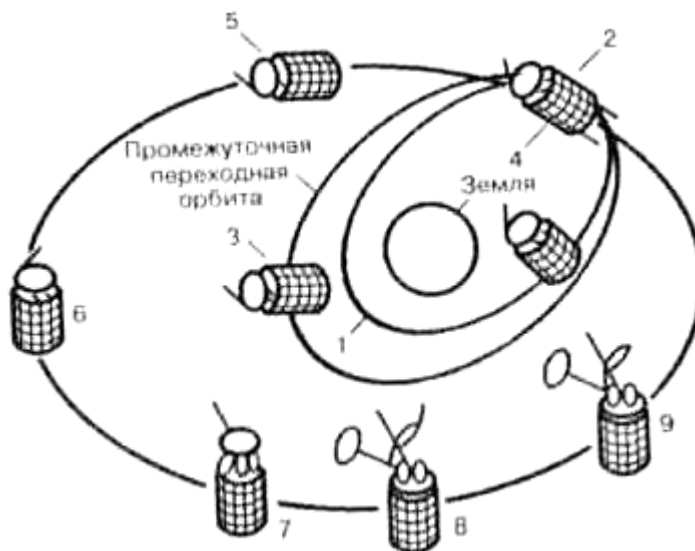


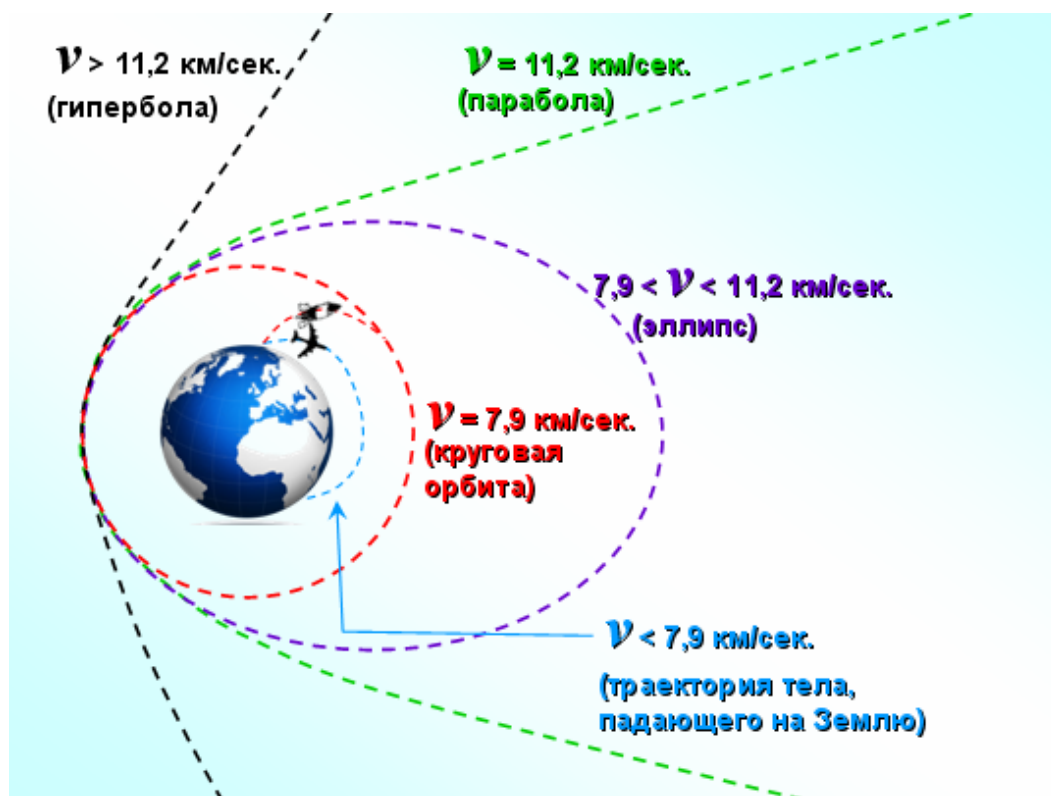
Рисунок 7.4 – Фазы (этапы) практической схемы выведения ИСЗ на геостационарную орбиту

Обычно вывод спутника ракетой-носителем осуществляется в четыре этапа: выход на начальную орбиту; выход на орбиту «ожидания» (парковочную орбиту); выход на переходную орбиту; выход на конечную орбиту (рисунок 7.4). Цифрам соответствуют следующие этапы вывода спутника на ГСО:

- 1 — первоначальная переходная орбита;
- 2 — первое включение апогейного двигателя для выхода на промежуточную переходную орбиту;
- 3 — определение положения на орбите;
- 4 — второе включение апогейного двигателя для выхода на первоначальную орбиту дрейфа;
- 5 — переориентация плоскости орбиты и коррекция ошибок;
- 6 — ориентация перпендикулярно к плоскости орбиты и коррекция ошибок;
- 7 — остановка платформы спутника, раскрытие панелей, полная расстыковка с ракетой;
- 8 — раскрытие антенн, включение гиостабилизатора;
- 9 — стабилизация положения: ориентация антенн на нужную точку Земли, ориентация солнечных батарей на Солнце, включение бортового ретранслятора и установление номинального режима его работы.

## 8 Космические скорости

**Первая космическая скорость (круговая скорость)** — скорость, которую необходимо придать космическому аппарату, который после этого не будет использовать реактивное движение, чтобы вывести его на круговую орбиту. Иными словами, первая космическая скорость — это минимальная скорость, при которой тело, движущееся горизонтально над поверхностью планеты, не упадет на неё, а будет двигаться по круговой орбите. Вблизи поверхности Земли первая космическая скорость составляет 7,9 км/с.



**Вторая космическая скорость (параболическая скорость, скорость освобождения, скорость убегания)** — наименьшая скорость, которую необходимо придать космическому аппарату для преодоления гравитационного притяжения этого небесного тела и покидания круговой орбиты вокруг него. Предполагается, что после приобретения телом этой скорости оно более не получает негравитационного ускорения (двигатель выключен, атмосфера отсутствует).

Вторая космическая скорость, как и первая, определяется радиусом и массой небесного тела, поэтому она своя для каждого небесного тела (для каждой планеты) и является его характеристикой. Для Земли вторая космическая скорость равна 11,2 км/с. Тело, имеющее около Земли такую скорость, покидает окрестности Земли и становится спутником Солнца.

**Третья космическая скорость** — минимальная скорость, которую необходимо сообщить находящемуся вблизи поверхности Земли телу, чтобы оно могло преодолеть гравитационное притяжение Земли и Солнца и покинуть пределы Солнечной системы.

При старте с Земли, наилучшим образом используя осевое вращение (0,5 км/с) и орбитальное движение планеты (29,8 км/с), космический аппарат может достичь третьей космической скорости уже при 16,6 км/с относительно Земли. При этом скорость движения аппарата относительно Солнца составит  $29,8 + 16,6 + 0,5 = 46,9$  км/сек.

## 9 Краткая история космонавтики

- История **космонавтики** неразрывно связана с **ракетостроением**, которое является её логическим продолжением. Теоретическое обоснование использования ракет, и только ракет, для полётов в космическое пространство было дано русским учёным К. Э. Циолковским. В своём научном труде «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (1903) он представил математические расчёты, которые лежат в основе современной космонавтики. Именно поэтому Циолковский заслуженно считается её основоположником. Идеи и расчёты Циолковского получили дальнейшее развитие в работах И. В. Мещерского, Р. Эно-Пельтри (1913), Р. Годдарда (1919), Г. Оберта (1923), Ю. В. Кондратюка (1919—29), Ф.А. Цандера (1924—32) и др.

- В 1920-х гг. были основаны различные научные общества с целью пропаганды идей межпланетных полётов и решения практических проблем в этой области. В СССР в 1921 г. под руководством Н. И. Тихомирова была создана Газодинамическая лаборатория (ГДЛ), которая занималась изучением и разработкой сначала пороховых ракет, а затем жидкостных реактивных двигателей. В 1931 г. была создана Группа изучения реактивного движения (ГИРД), начальником которой был назначен Цандер, а с 1932 г. – С. П. Королёв.

- В ГИРД разработаны первые отечественные ракеты ГИРД-09 (1933) и ГИРД-Х (1933). ГДЛ и ГИРД в 1933 г. были объединены в Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ). Работам по космонавтике помешала Великая Отечественная война, но уже в 1946 г. в СССР организуется ряд предприятий, которые начинают разработку мощных баллистических ракет. По существу родилась новая научно-производственная отрасль, сначала ракетная, а вскоре ракетно-космическая.

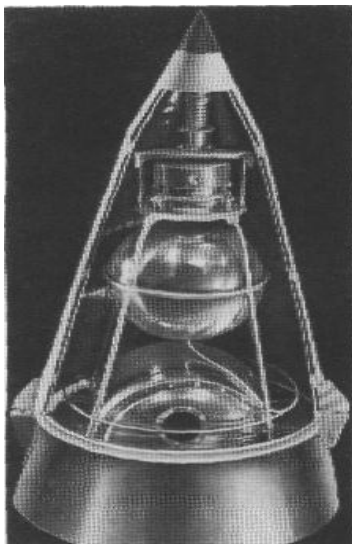
- Создание ракеты-носителя для полётов в космос потребовало объединения усилий многих предприятий, и для координации их работ был создан Совет главных конструкторов: С. П. Королёв (председатель), В. П. Глушко (ракетные двигатели), Н. А. Пилюгин (системные управления), В. П. Бармин (стартовые устройства), М. С. Рязанский (радиосистемы), В. И. Кузнецов (гироскопические приборы). Первой ракетой, поднявшей научную аппаратуру в спасаемых контейнерах в верхние слои атмосферы, стала ракета Р-1А (1949). Лётные испытания её дали положительные результаты. На ракете установили приборы для физических измерений параметров разреженной атмосферы. Это были первые эксперименты программы научных исследований в интересах АН СССР. В 1951 г. было проведено три удачных вертикальных пуска ракет Р-1Б. В специальном герметичном отсеке ракеты находились подопытные животные для исследования влияния невесомости на живые организмы. В том же 1951 г. на ракете Р-1В впервые успешно летали собаки Дезик и Цыган. Последующие пуски ракет Р-2А, Р-5А, Р-5Б, Р-5В дали много полезной информации для подготовки к запуску первого искусственного спутника Земли и полёту человека.

- 4 октября 1957 г. запуск первого в мире искусственного спутника Земли (ИСЗ) открыл космическую эру в истории человечества. После этого запуска перед учёными и конструкторами встала проблема обеспечения дальнейшего развития космонавтики. Для этого необходимо было образовать новые производства, овладеть новыми наукоёмкими технологиями, объединить усилия многих научных коллективов.

- Первые полёты в космос имели целью изучение земной поверхности из космоса (искусственный спутник «Космос-3», 1962 г.), организацию космической связи («Молния-1», 1965 г.). Запуском «Космоса-44» (1964) было положено начало использованию космических полётов для службы погоды.

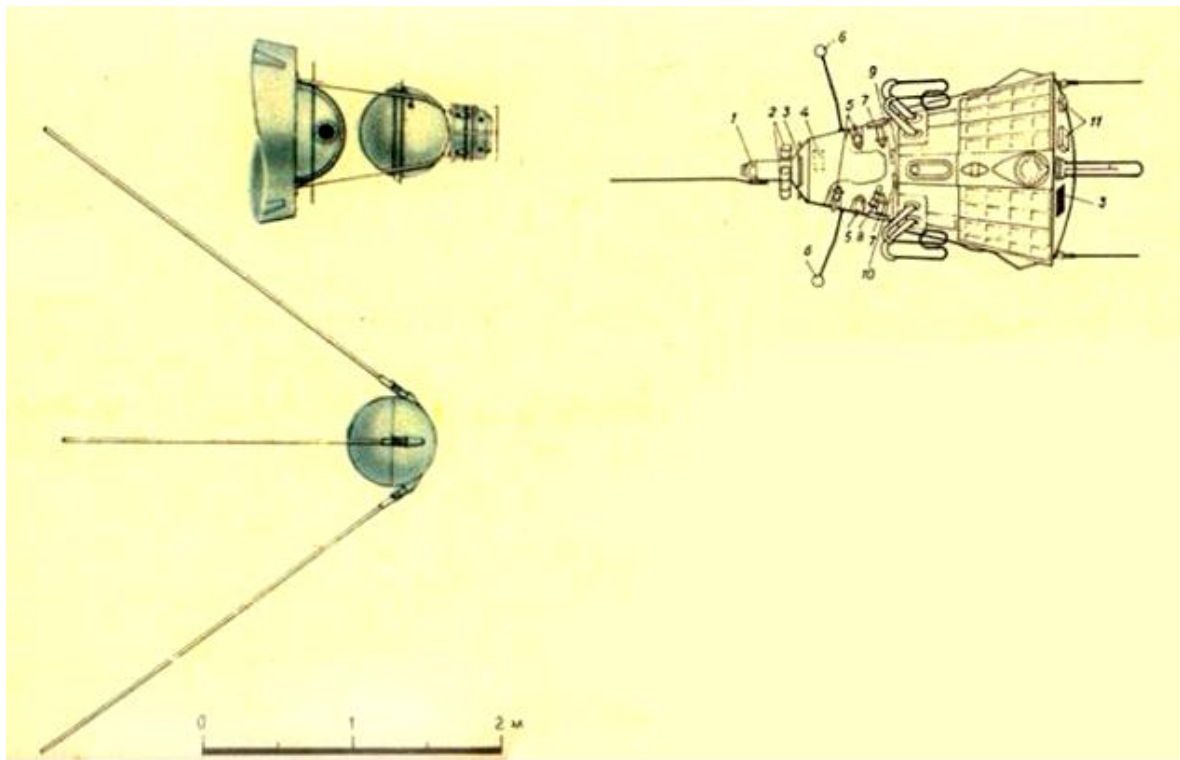


Окончательная сборка ИСЗ-1



ИСЗ-2 и его контейнер с Лайкой





Сравнение в масштабе ИСЗ-1, ИСЗ-2, ИСЗ-3



Главный конструктор  
ракетно-космических систем  
Сергей Павлович  
**КОРОЛЕВ**

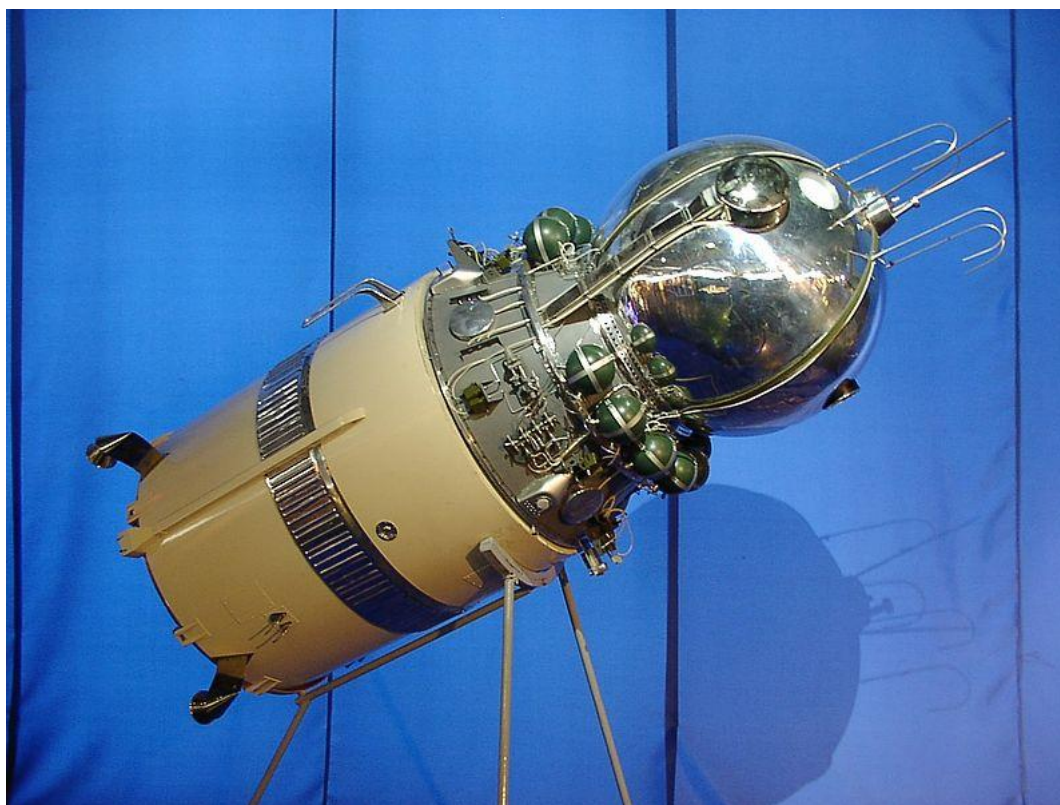


Доктор технических наук,  
Заслуженный летчик-испытатель  
СССР, инструктор-методист по  
пилотированию космического корабля  
Марк Лазаревич **ГАЛАЙ**

- Особое место в космонавтике принадлежит пилотируемым полётам в космос. 12 апреля 1961 г. Ю. А. Гагарин открыл дорогу в космос.

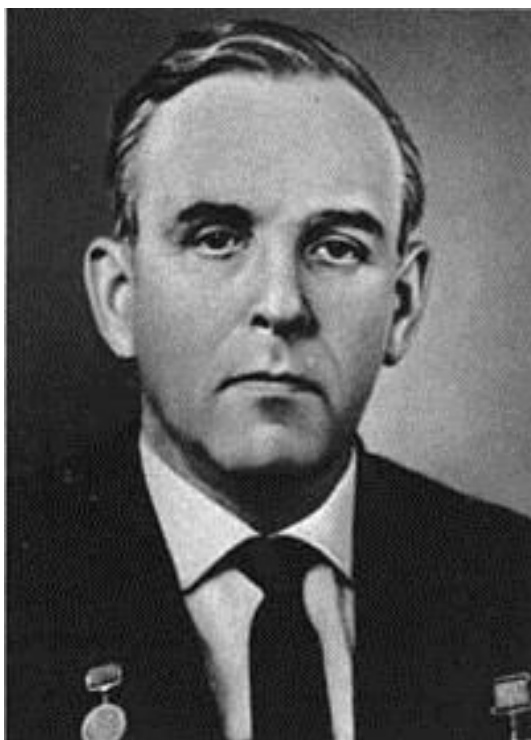


Ю.А.Гагарин и С.П.Королев

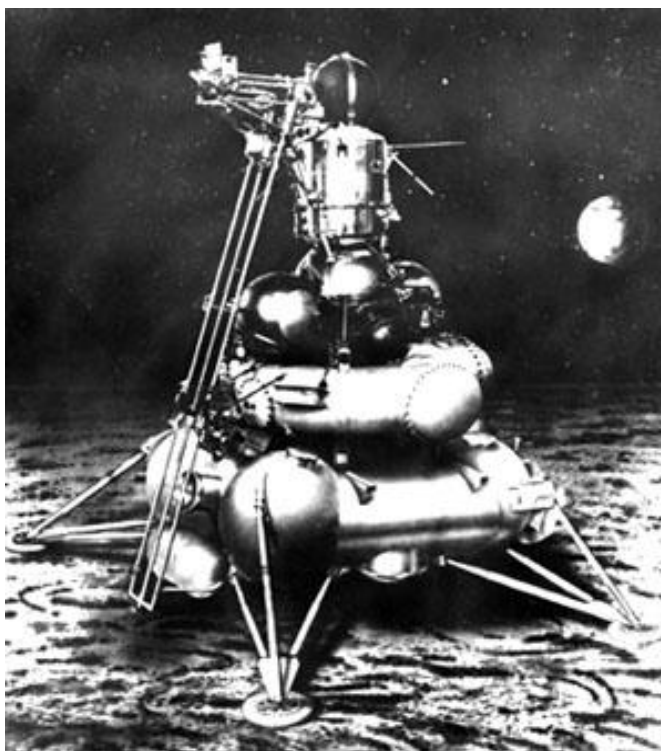


Космический корабль «Восток-1»

- Большой интерес представляло изучение межпланетной среды, Луны и других планет. С этой целью были запущены космические аппараты и автоматические межпланетные станции (АМС) «Луна» (с 1959 г.), «Венера» (с 1960 г.), «Марс» (с 1962 г.).



Главный конструктор АМС  
Георгий Николаевич БАБАКИН



АМС «Луна-24»

- Сельское хозяйство ныне немислимо без использования прогнозов погоды при участии спутников «Метеор», «Метеосат» и др. Этими прогнозами пользуются и мореплаватели, и авиаторы. Данные с «Метеоров» и «Ресурсов» используются экологами, геологами, географами и др. Космическую связь и телевидение обеспечивали и обеспечивают ИСЗ «Молния-1», «Молния-3», «Экраны», «Горизонты», «Экспрессы», «Ямалы», «Галсы», «Гонцы» и др. Навигационные «Цикады» могут с большой точностью определить положение любого объекта на Земле. Это лишь небольшой перечень большого количества спутников, которые помогают человеку в его земных делах.

- К концу 2002 г. свыше 400 землян побывало в космосе, и около четверти из них - наши соотечественники. Трудно переоценить результаты полётов на отечественных кораблях «Восток», «Восход», «Союз», на орбитальных станциях «Салют», «Мир» и ныне действующей международной космической станции МКС, на американских кораблях «Аполлон», «Меркурий», «Джемини», орбитальной станции «Скайлэб» и орбитальных кораблях многоцелевого использования «Колумбия», «Челленджер», «Дискавери», «Атлантис», «Индевер» и др. Шесть экспедиций американских астронавтов побывали на Луне, 12 землян, первыми из которых были Н. Армстронг и Э. Олдрин (1969).

- Пилотируемая космонавтика потребовала создания систем жизнеобеспечения, применения новых средств контроля, радио- и телевизионной связи, специальных центров управления и т. п. Вместе с тем на космических кораблях появилась возможность более оперативного наблюдения за процессами на поверхности Земли (напр., лесные пожары, наводнения, смерчи), производства сверхчистых материалов (кристаллы, сплавы и т. п.),



создание которых в условиях земной гравитации невозможно. Проведено большое количество медико-биологических экспериментов.

- Практическая космонавтика насчитывает всего около 50 лет, но объём научно-технической информации и практическую отдачу её трудно переоценить.



Международная космическая станция - МКС