

**Сибирский государственный аэрокосмический университет**

имени академика М.Ф. Решетнева



**БЛАГОТВОРИТЕЛЬНЫЙ  
ФОНД В. ПОТАНИНА**

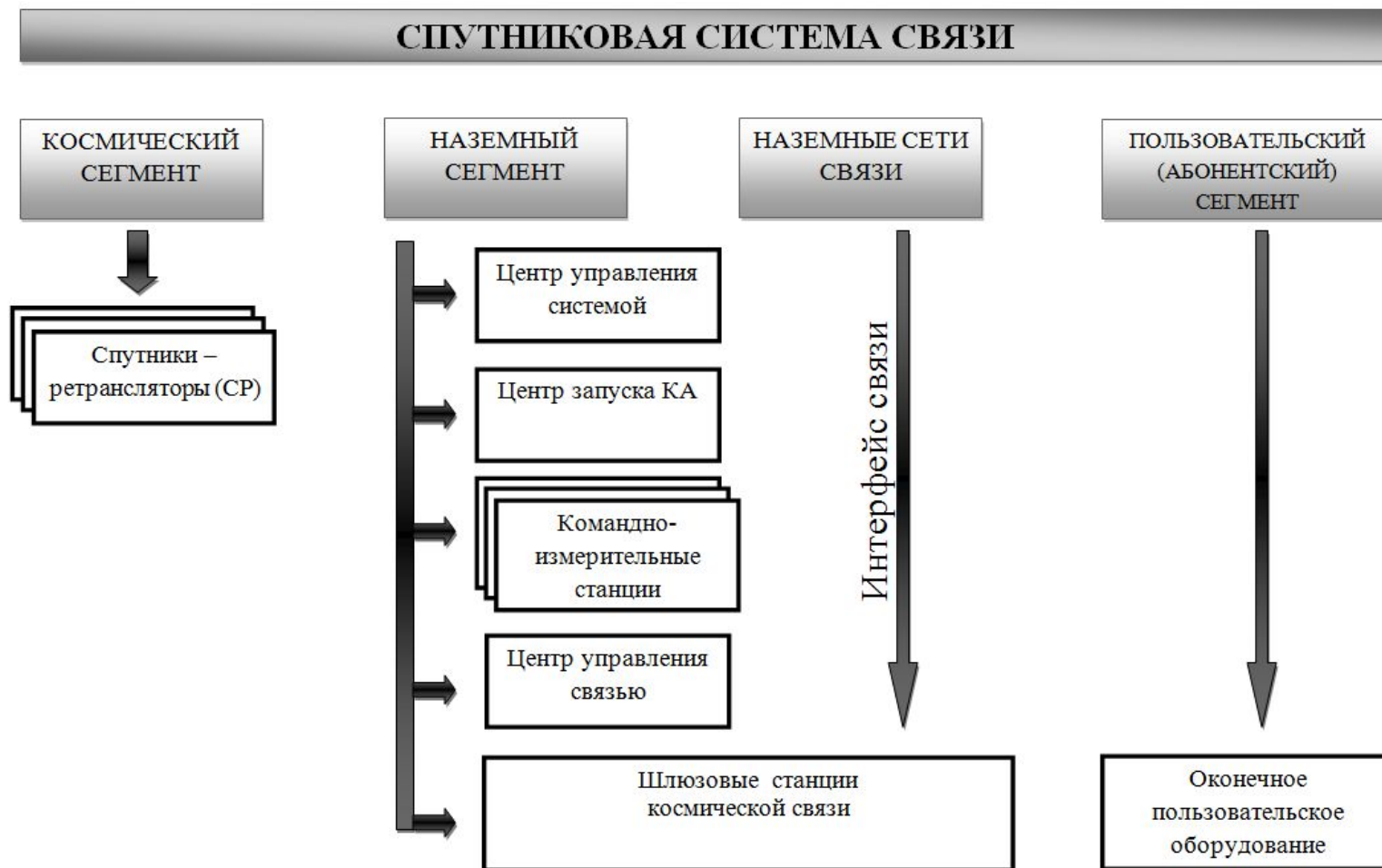


**Благотворительный фонд  
Владимира Потанина**

Нач. отдела УВЦ, доцент, к.т.н.  
Карцан Игорь Николаевич.

**Построение спутниковой связи  
на базе малых космических аппаратов**

# Структура спутниковых систем связи

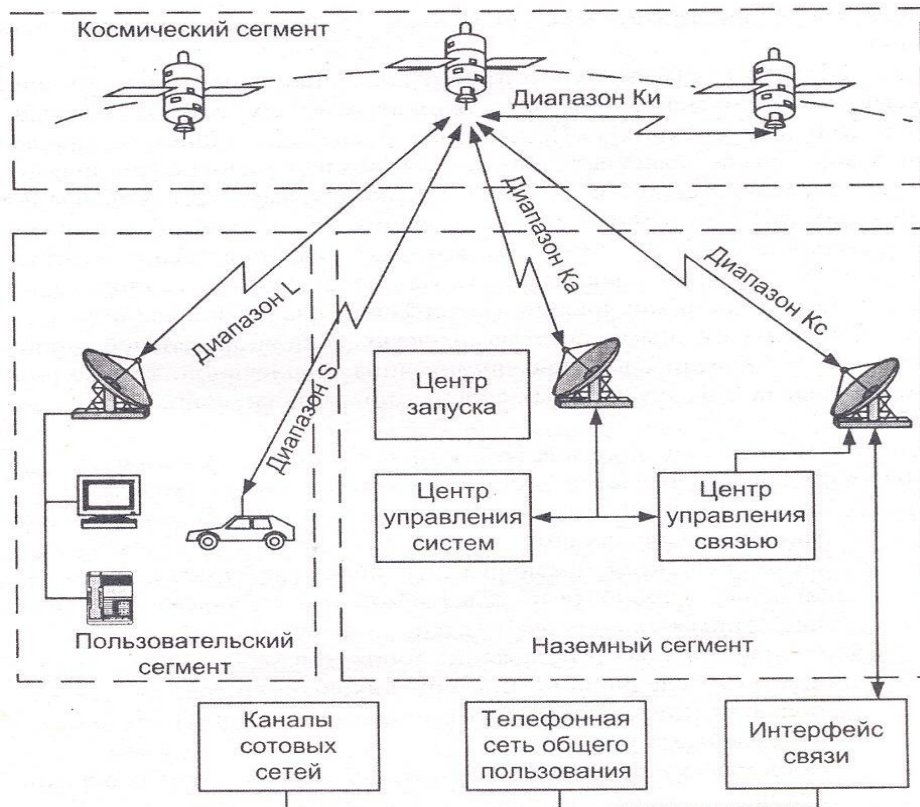


# Структура спутниковых систем связи

## Полосы частот, выделенные для спутниковых систем

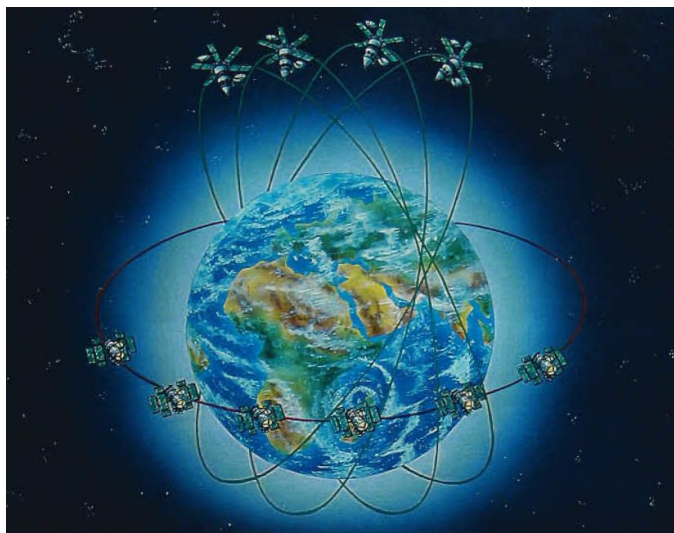
Диапазон	Полоса частот ГГц
L	1,452-1,500; 1,61-1,71
S	1,93-2,7
C	3,4-5,25; 5,725-7,075
K <sub>и</sub>	10,70-12,75; 12,75-14,80
K <sub>а</sub>	14,40-26,50; 27,00-50,20
K <sub>с</sub>	84,00 - 86,00

## Пример использования различных диапазонов



## Структура спутниковых систем связи. Космический сегмент

**Космический сегмент состоит из несколько спутников ретрансляторов, которые образуют космическую группировку.**



**Связной космический аппарат (КА) включает следующие элементы:**

- центральный процессор;
- радиоэлектронное оборудование бортового радиотехнического комплекса (БРТК);
- системы ориентации и стабилизации;
- двигательная установка;
- система электропитания (аккумуляторы и солнечные батареи).



## Структура спутниковых систем связи. Наземный сегмент

**Наземный сегмент представляет комплекс оборудования и сооружений, предназначенных для эксплуатации системы связи.**



**Центр управления позволяет обеспечить решение следующих задач:**

- контроль запуска и точность вывода КА на заданную орбиту;
- контроль состояния каждого КА;
- контроль и управление орбитой отдельных КА;
- контроль и управление КА в нештатных режимах работы;
- вывод КА из состава орбитальной группировки.



## Структура спутниковых систем связи. Шлюзовая станция

- Шлюзовая станция состоит из нескольких приемо-передающих комплексов (не менее 3-х).
- Каждый приемо-передающий комплекс оснащен следящей параболической антенной.
- Применение нескольких приемо-передающих комплексов позволяет практически без нарушения связи переходить последовательно от одного КА к другому.
- Для управления большим потоком информации в состав шлюзовой станции включены быстродействующие ЭВМ, в которых имеется банк данных персональных терминалов.
- В состав шлюзовых станций включено коммутационное оборудование (интерфейсы связи) для соединения с различными наземными системами связи.
- Основной задачей любой шлюзовой станции является организация дуплексной телефонной связи, передача факсимильных сообщений, а также данных большого объема.





# Структура спутниковых систем связи. Персональный пользовательский терминал

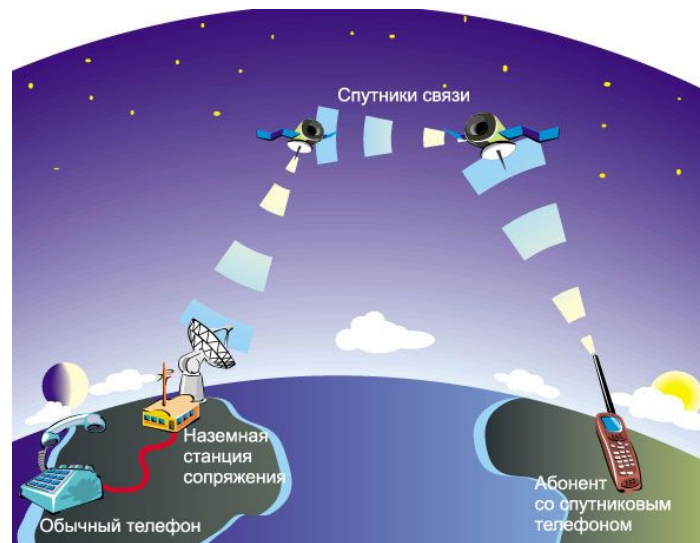
**Персональный пользовательский терминал** предназначен для предоставления услуг связи.

**Перечень услуг связи включает:**

- связь абонентов, имеющих персональные спутниковые терминалы между собой;
- связь абонентов, имеющих персональные спутниковые терминалы, с абонентами телефонной сети общего назначения, пейджинговых и сотовых сетей;
- определение местоположения абонентов.

**Существующие типы спутниковых терминалов:**

- портативные терминалы (спутниковые телефоны);
- переносные терминалы;
- мобильные терминалы для автотранспортных, авиа и морских судов;
- малогабаритные пейджинговые терминалы;
- терминалы для коллективного пользования.



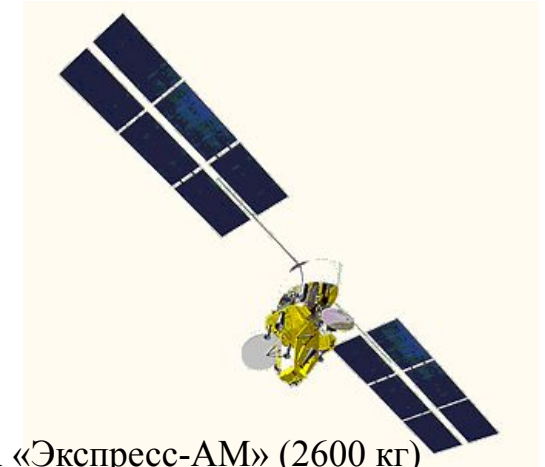
## Малые Космические Аппараты

- Низкоорбитальные многоспутниковые системы связи (МСС) обеспечивают охват земной поверхности за счет создания орбитальной группировки.
- Орбитальная группировка включает до нескольких десятков низкоорбитальных спутников-ретрансляторов (СР) на орбитах высотой 750-1500 км.
- Протяженность космических радиолиний при этом не превышает нескольких тысяч километров, что позволяет использовать малогабаритную наземную и бортовую терминальную аппаратуру.





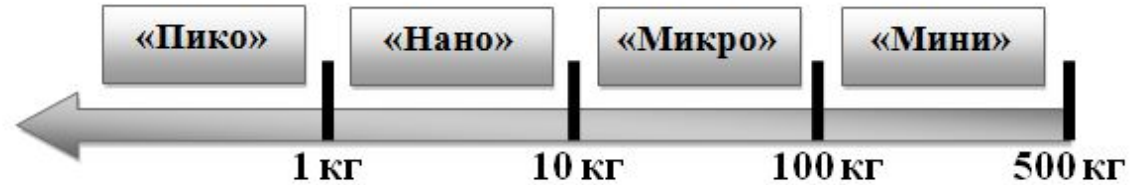
# Малые Космические Аппараты. Классификация



КА «Экспресс-АМ» (2600 кг)



## Классификация малых космических аппаратов



КА СибГАУ «Юбилейный» (48 кг)



# Малые Космические Аппараты

**Практический интерес представляет разработка низкоорбитального спутника-ретранслятора массой до 250 кг (мини – КА или микро - КА).**

**Среди таких проектов можно выделить СР:**

- «Гонец» (Россия, масса 230 кг);
- «Aries» (США, масса 182 кг);
- «Ellipso» (США, масса 175 кг);
- «Starsys» (США, масса 80 кг);
- «Orbcomm» (США, масса 40кг).



КА «Гонец»



## Малые космические аппараты

При создании МКА выделяются две фазы :

1. разработка базовой малогабаритной унифицированной космической платформы (УКП);
2. оснащение малогабаритной УКП полезной нагрузкой (ПН) соответствующего целевого назначения.

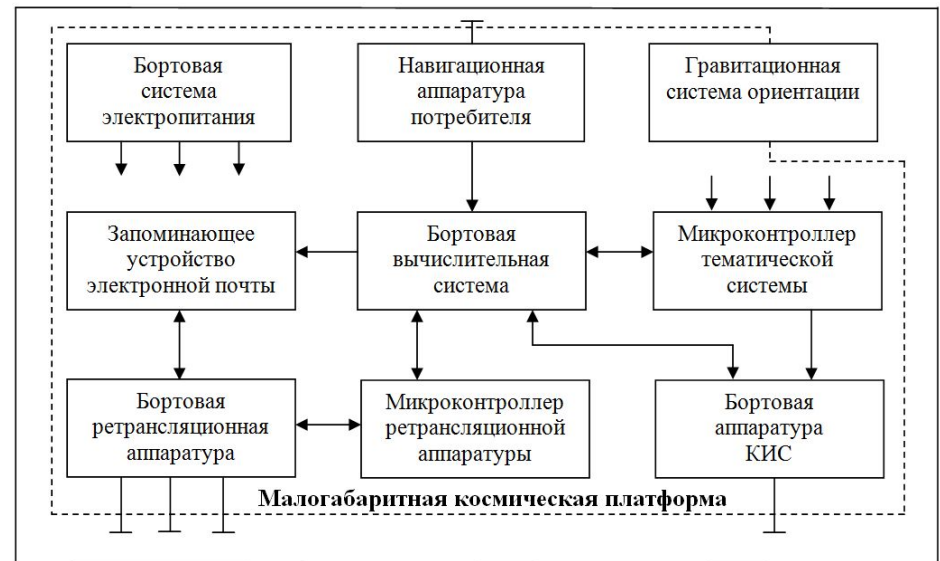
### ПРИМЕР!!!

Малогабаритные УКП платформы разработки КБ «Арсенал»:

- УКП «Эльф». Масса 80 кг, рассчитана на ПН массой 30 кг;
- УКП «Колибри». Масса 200 кг, рассчитана на ПН массой 100 кг.

В качестве специальной аппаратуры малогабаритного СР выступает бортовая ретрансляционная аппаратура (БРА).

БРА представляет собой радиотехническое приемопередающее устройство, осуществляющее прием ретранслируемых сигналов, их преобразование и передачу в направлении абонентов (потребителей).



Структурная схема бортовой аппаратуры МКА связи

## Малые космические аппараты

Бортовая аппаратура размещается на малогабаритной космической платформе с гравитационной системой ориентации и состоит из обеспечивающей и специальной аппаратуры.

### **К бортовой обеспечивающей аппаратуре относятся:**

- бортовая система электропитания;
- бортовая вычислительная система;
- бортовая аппаратура командно-измерительной системы (КИС);
- микроконтроллер телеметрической системы;
- навигационная аппаратура потребителя.

### **К бортовой специальной аппаратуре относятся:**

- бортовая ретрансляционная аппаратура (БРА);
- микроконтроллер ретрансляционной аппаратуры;
- запоминающее устройство электронной почты.



## Малые космические аппараты. Заключение

Создание МКА и космических систем на их основе стимулирует использование новейших технологий по всему спектру проектной, производственной и эксплуатационной деятельности.

Отечественная космонавтика также имеет определенный опыт создания и эксплуатации МКА, пионерами в этом выступают вузы космического профиля со своими научно-образовательными спутниками.

Отечественные вузы в последние годы проявляют значительный интерес к созданию и использованию малоразмерных КА для решения инновационных научно-образовательных и прикладных задач.



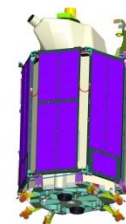
**КА «Юбилейный»**

Сибирский государственный  
аэрокосмический университет  
имени академика М.Ф.  
Решетнева



**«Можаяец»**

Военно-космическая академии  
имени А.Ф. Можайского



**«Бауманец - 2»**

Московский Государственный  
Технический Университет им Н.  
Э.Баумана





# Полезные ссылки

- <http://sat.sibsau.ru>
- <http://www.iss-reshetnev.ru>
- <http://www.crist-kru.eu>

