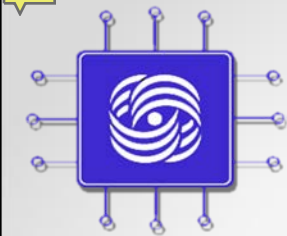


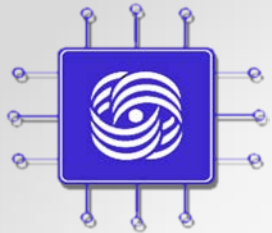
Спутниковая связь

Доп. главы Компьютерных сетей и
телекоммуникации
чл-корр. РАН Смелянский Р.Л.

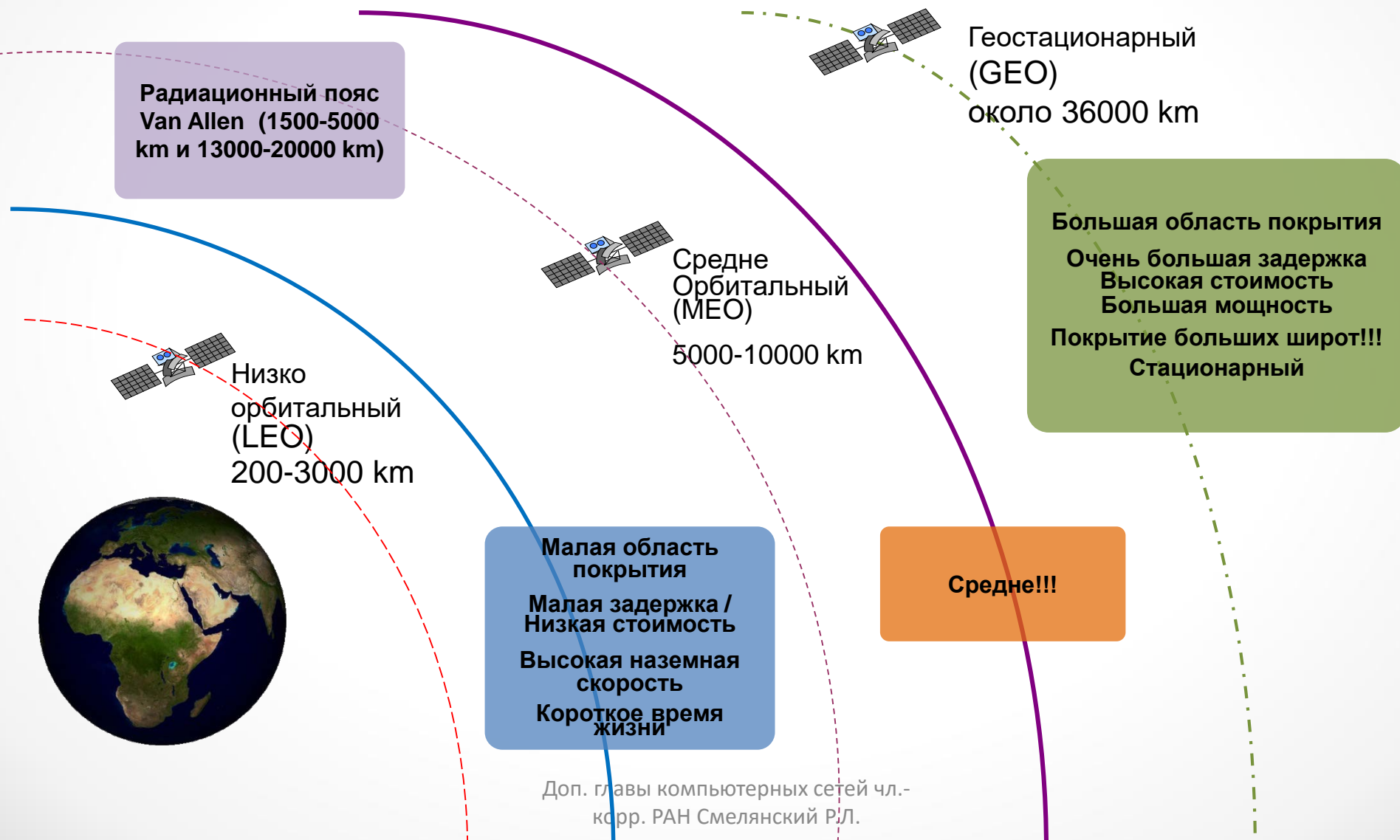


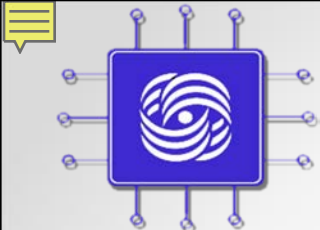
Спутниковые системы

- По расположению
 - Геостационарные спутники
 - Средне орбитальные спутниковые системы
 - Низкоорбитальные системы
 - С высоко эллиптическими орбитами
- По назначению
 - Персональная связь
 - Корпоративные VSAT системы
 - Телевизионные системы

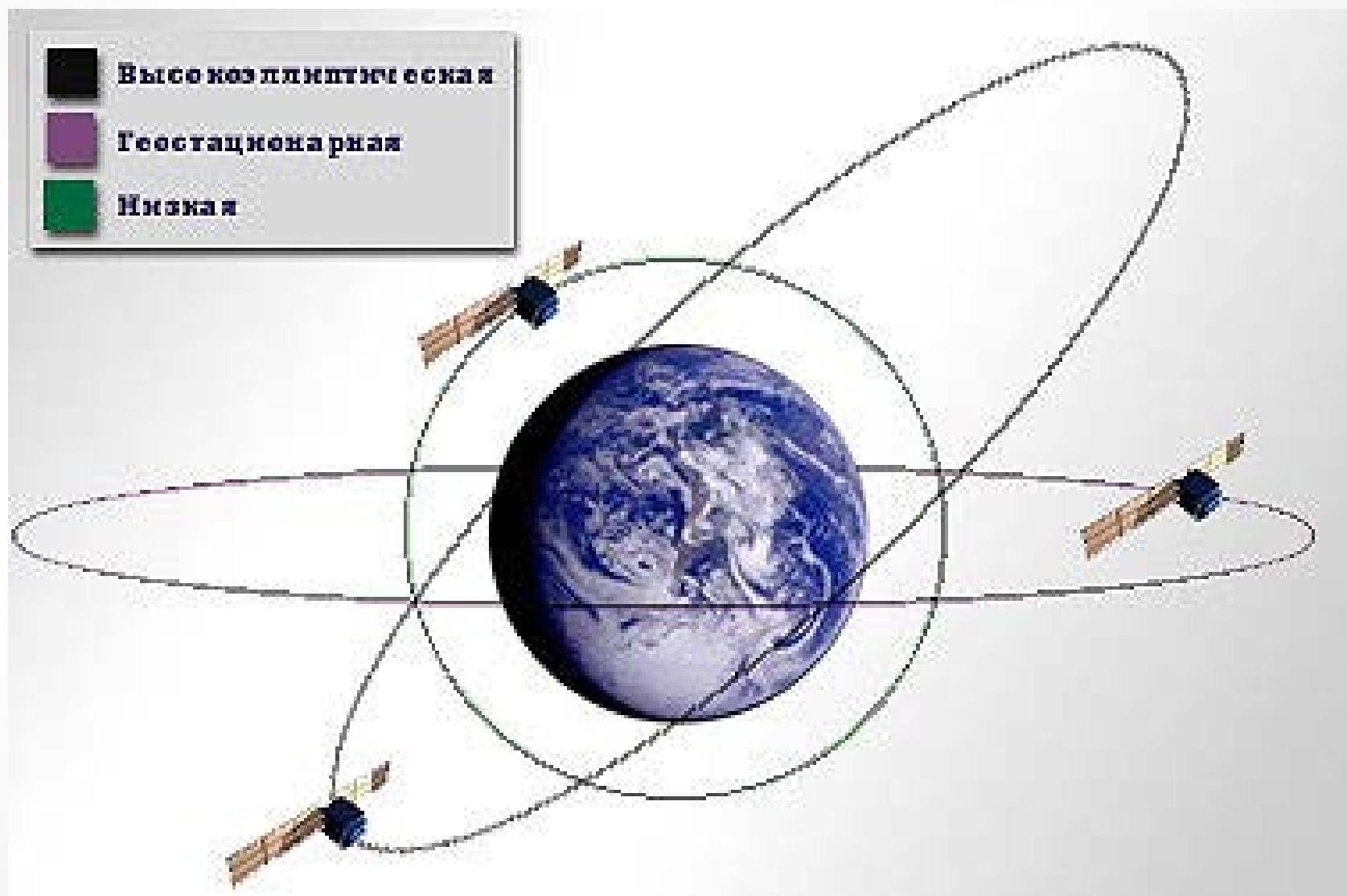


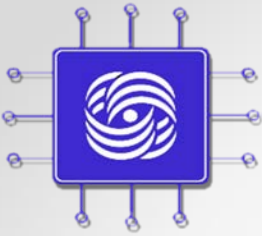
Спутники





Высоко эллиптическая орбита





Высоко эллиптическая орбита

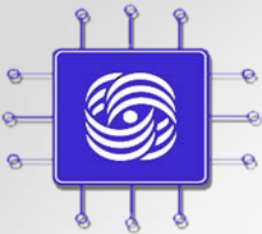
Период обращения (час)	Число витков в сутки	Высота круговой орбиты	Высота эллиптической орбиты (км)	
			апогей	перигей
4	6	6750	500	13000
6	4	10750	500	21000
8	3	14250	500	28000
12	2	20325	500	40250
24	1	35878	500	71250

Геостационарные спутники

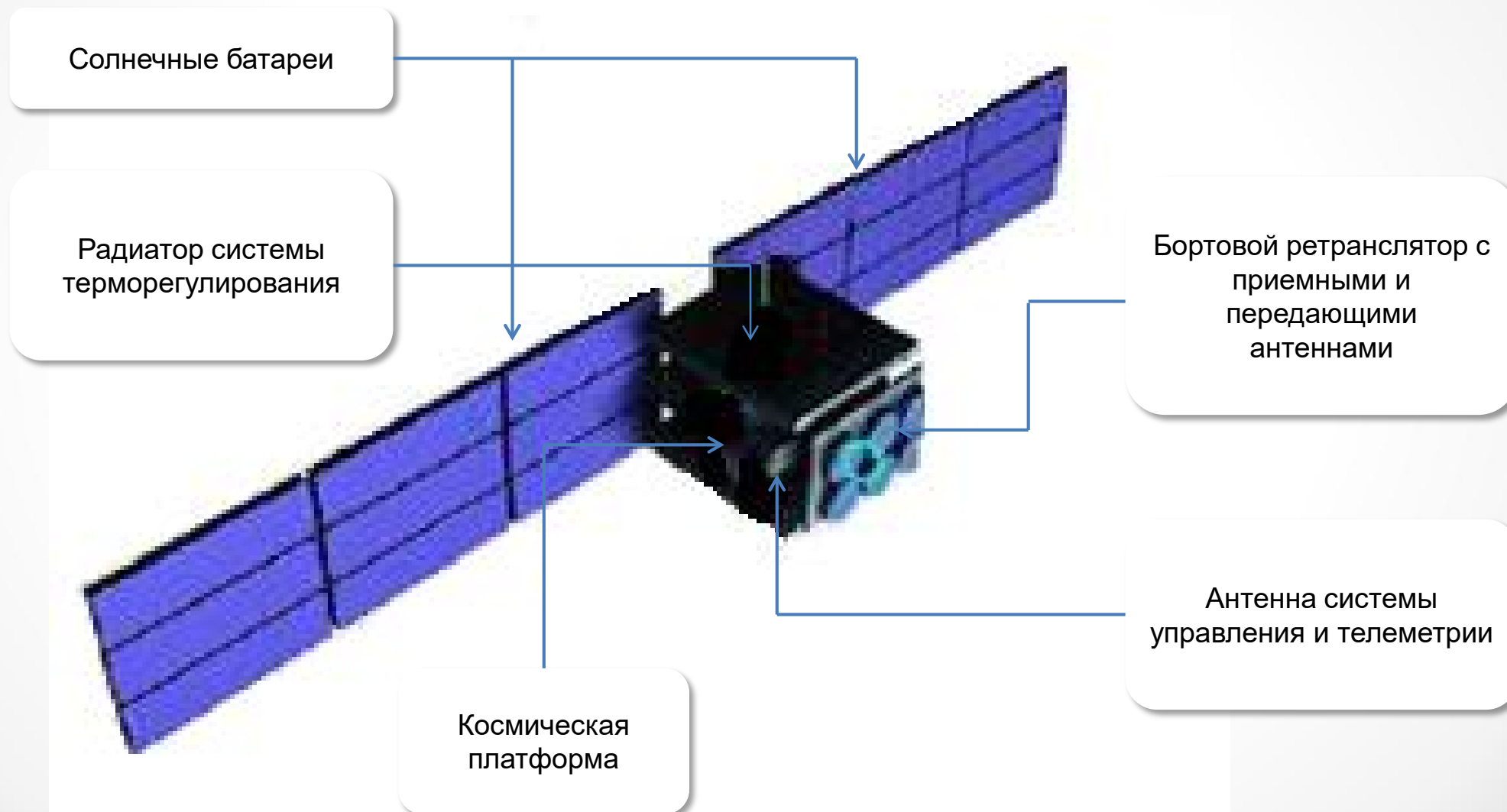


- Принцип функционирования
- Устройство антенной системы
- Устройство спутника – транспондерная система
- Частотное распределение





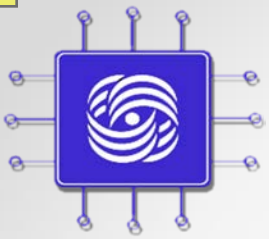
Архитектура спутника связи



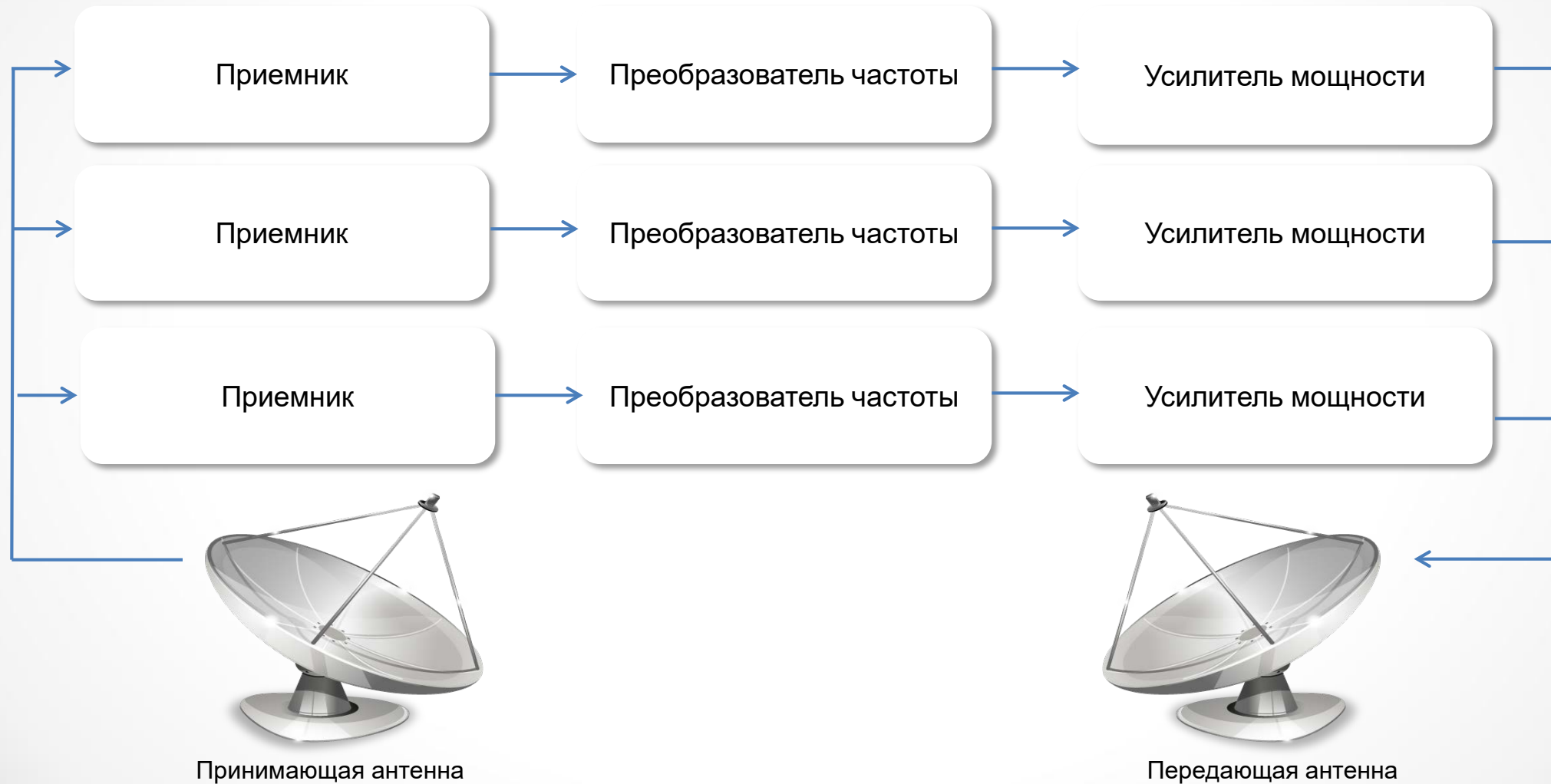


Основные диапазоны спутниковых частот

Band	Frequencies	Downlink (GHz)	Uplink (GHz)	Problems
C	4/6	3.7–4.2	5.925–6.425	Terrestrial interference
Ku	11/14	11.7–12.2	14.0–14.5	Rain
Ka	20/30	17.7–21.7	27.5–30.5	Rain; equipment cost

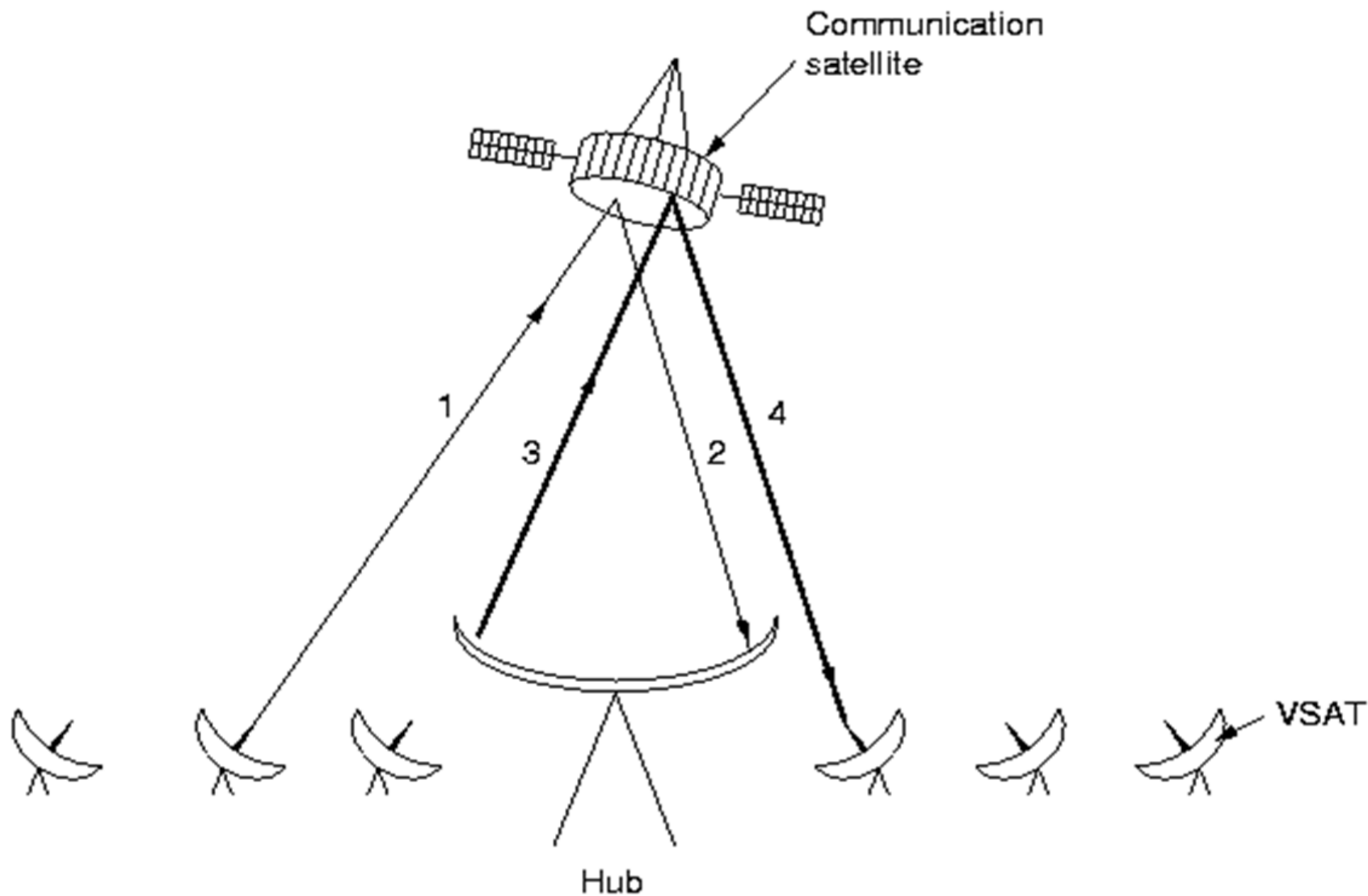


Архитектура VSAT систем связи





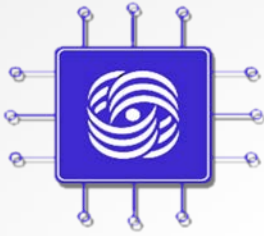
VSAT станции, использующие hub



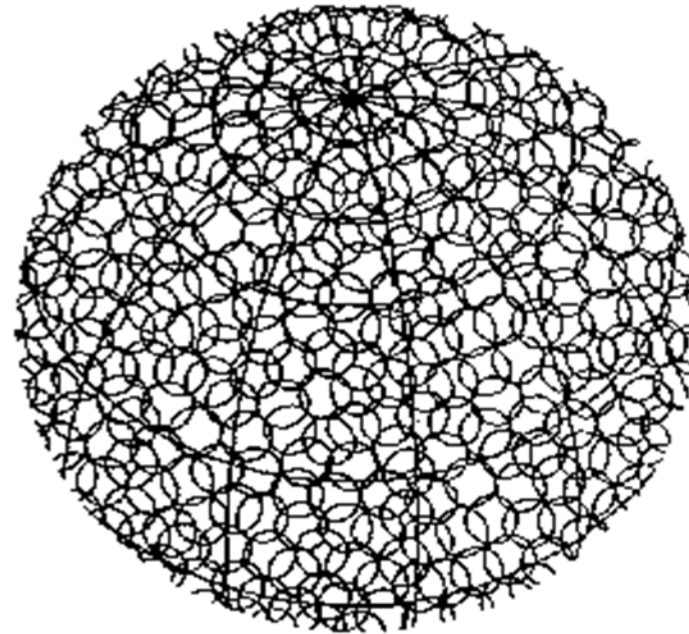


Низко орбитальные спутники

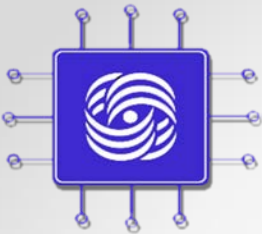
- S^3 индивидуального пользования – актуальность
- Принцип работы
- Иридиум – 1990 Моторола
 - 77 спутников (позднее 66) на 750 км по 11 на меридиан
 - межспутниковая связь
 - каждый спутник 48 пятен по 174 дуплексных телефонных каналов (283 272 канала)



(a)

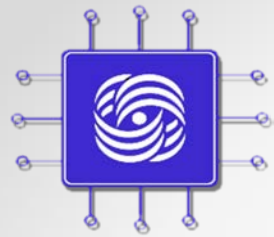


(b)



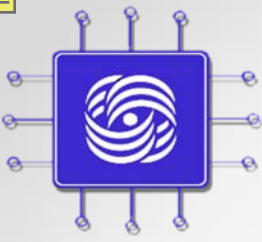
Спутниковые системы связи – СЗ

- Большая задержка при передаче - 250-300 мсек, против 3-5мсек/км на коаксиале, оптоволокне и т.д.
- Спутниковые системы принципиально вещательного типа. Для некоторых приложений это очень важно. Стоимость передачи не зависит скольким получателям сообщение предназначено. Однако, проблема безопасности передаваемой информации здесь требует особого внимания - все слышат все, что передается. Решение этой проблемы - только шифрование.
- Стоимость передачи не зависит от расстояния.
- Этот способ передачи имеет очень низкий коэффициент ошибок при передаче.



Спутниковая связь в России

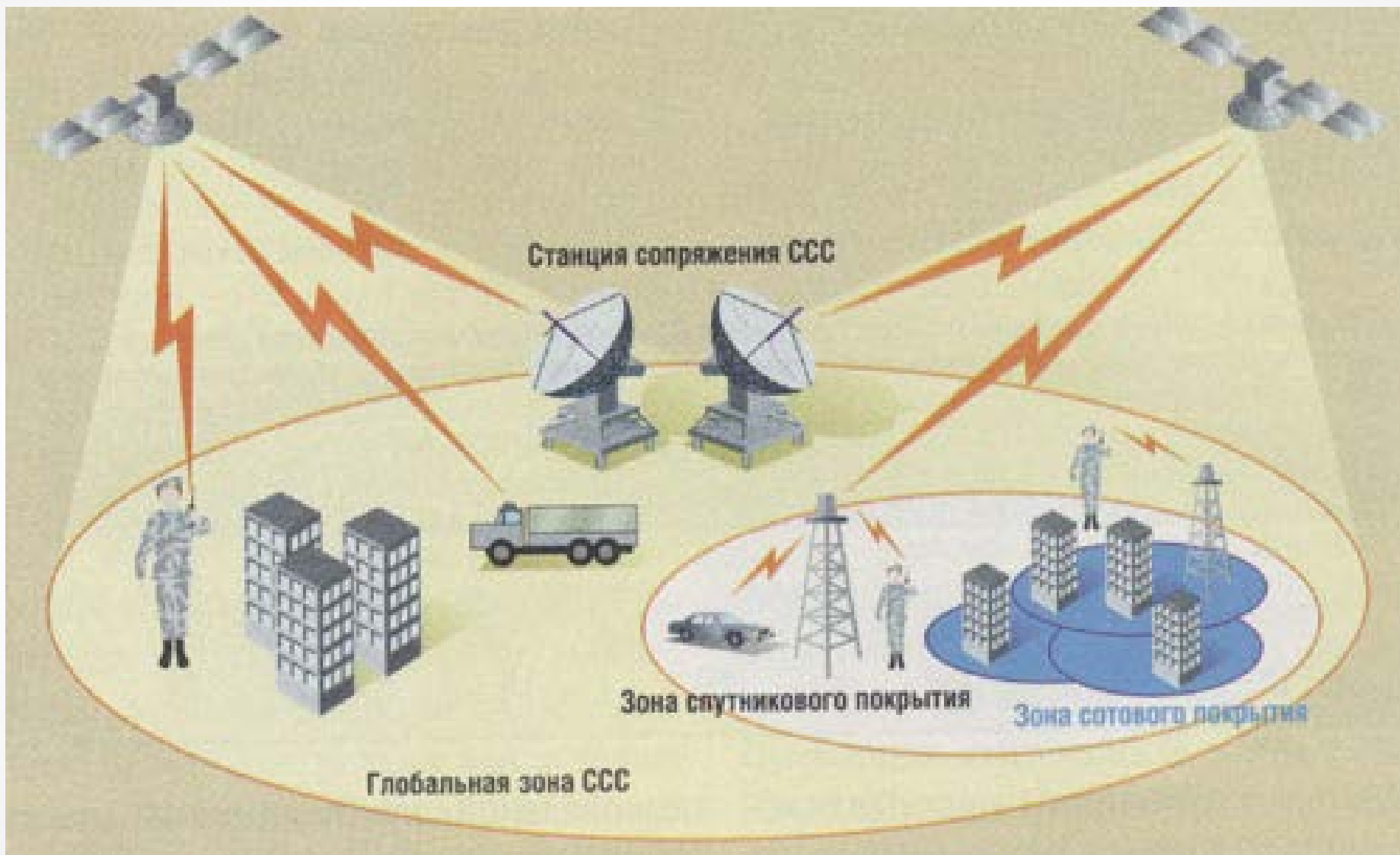
- Особенности географического положения России
- Инфраструктура наземной связи на периферии
- Развитие C^3 – развитие наземного сегмента

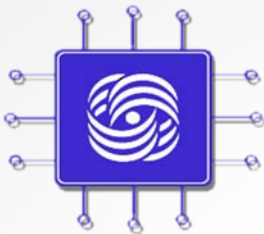


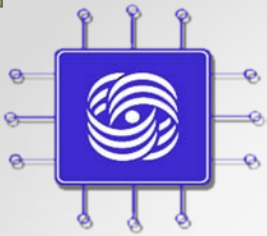
Основные категории СЗ

- Персональной связи (Iridium, Inmarsat, Globalstar, ICO, Ellipso, Thuraya)
- VSAT системы корпоративной связи (Памир, Ямал, Банкир)
- Системы телевизионного вещания

Персональная спутниковая связь







Персональная спутниковая связь

- Iridium – 17.03.00 прекратил свое функционирование как система общего доступа
- Inmarsat – среднеорбитальная C³ обслуживает 143 тыс. наземных терминалов, **скорость 2.4 – 64 Кб/сек**
- Globalstar – низкоорбит. система в C диапазоне (март 2000)
 - 48 спутников на 1414 км. + 4 резерв
 - Наземные станции Москва, Новосибирск, Хабаровск
 - Интегрирована в тел.сеть России (954)
 - Технология CDMA
 - Скорость 1.2 – 9.6 Кб/сек
- ICO (Intermediate Circular Orbit) - выделилась из Inmarsat в 1995
 - Среднеорбитальная система из 10 спутников на 10 390 км.
 - 6 часов в зоне радиоприема
 - 43 SAN станции

Сеть VSAT

Видео конференции
и удаленное обучение



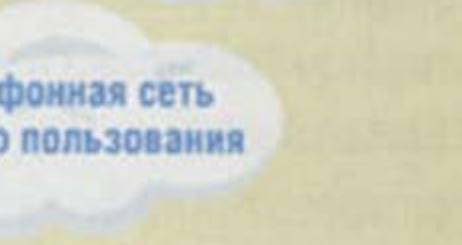
VSAT



Цифровые сети
общего пользования



Internet



Телефонная сеть
общего пользования



VSAT



VSAT



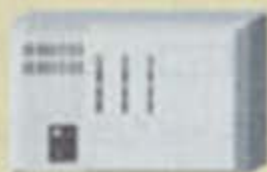
VSAT



VSAT



А Б О Н Е Н Т Ы



АТС



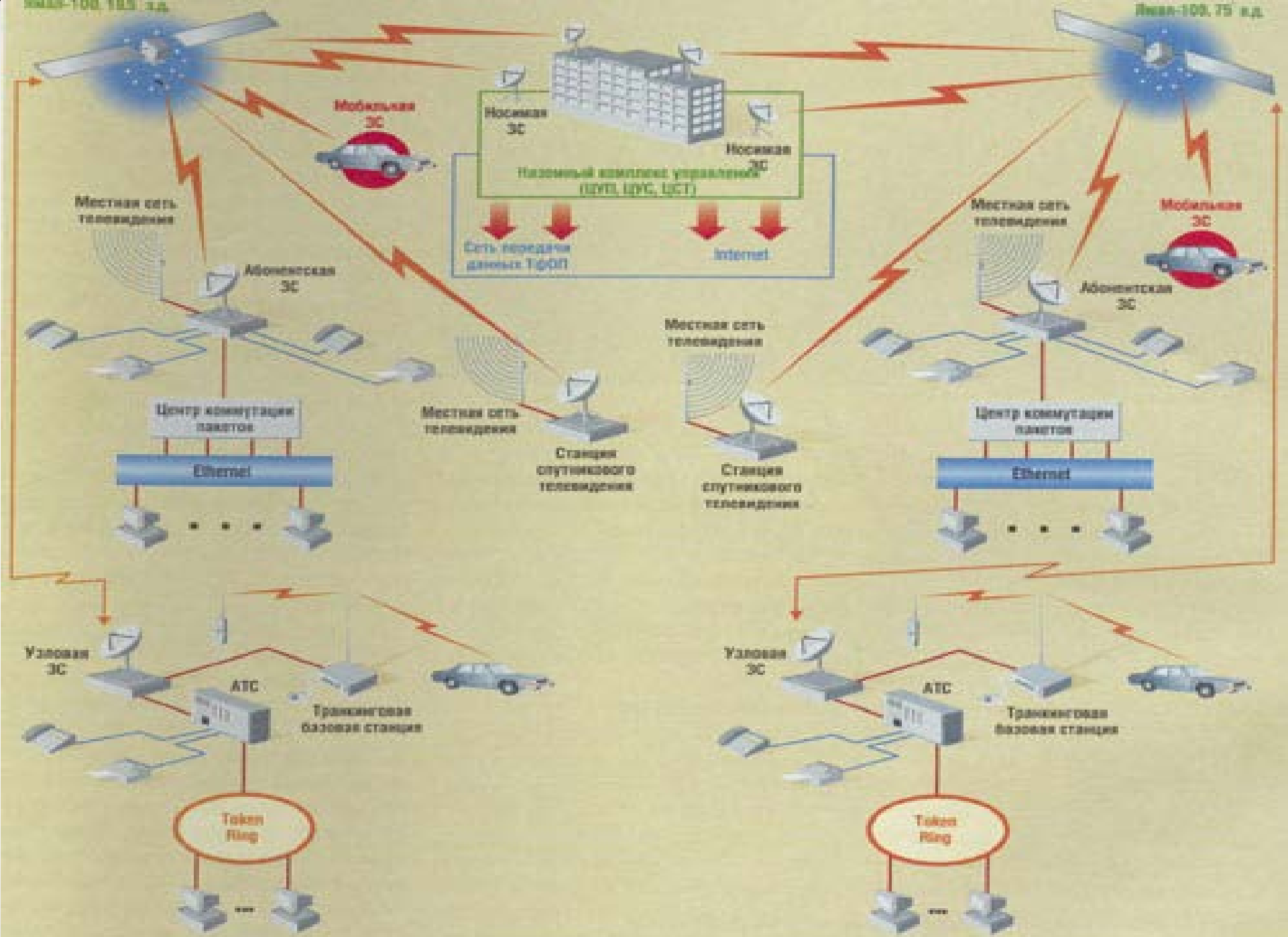
Телефонная
и факсимильная
связь



Объединение компьютерных
сетей



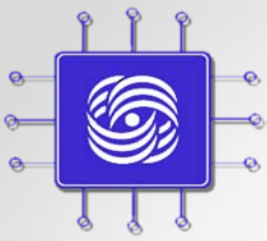
Доступ к Internet
и другим цифровым
сетям общего пользования





Высокоскоростные спутниковые системы связи

- Низкоорбитальные
- Геостационарные
 - Astrolink, Spaceway , Cyberstar
 - Skybridge, Teledesic



Сверхинформативные спутниковые системы на основе геостационарных ИСЗ

•Характеристики	•ASTROLINK	•SpaceWay	•CyberStar
•Заявитель системы	•Lockheed •Martin Corp.	•Hughes Commu- •nications, Inc	•Loral Space •and Commu- •nications Ltd.
•Назначение	•ТЛФ, ПД	•ТЛФ, ПД, •видеоТЛФ	•ТЛФ, ПД, •видеоТЛФ
•Зона обслуживания	•Глобальная	•Глобальная	•Северная •Америка, •Европа, •Восточная •Азия
•Год запуска первого ИСЗ	•2000	•2002	•1999
•Начало эксплуатац. •системы, год	•2003	•2004	•2001
•Число ИСЗ	•9	•17	•3
•Рабочий диапазон частот	•Ka	•Ka, Ku	•Ka
•Число стволлов	•50	•48(Ka)+ •24(Ku)	•40
•Число лучей	•194	•48	•27
•Пропускная способность ИСЗ, Гбит/с	•9,6	•4,4	•4,9



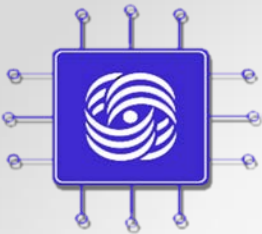
Сверхинформативные спутниковые системы на основе низкоорбитальных ИСЗ

•Характеристики	•SKYBRIDQE	•TELEDESIC	•CELESTRI
•Заявитель системы	•Alcatel Telecom (Франция)	•Teledesic Corp. (США)	•Motorola, Inc. (США)
•Назначение	•ТЛФ, ПД, видеоТЛФ	•ТЛФ, ПД, •сверхширокополосная ПД	•ТЛФ, ПД, •сверхширокополосная ПД
•Начало запусков ИСЗ, год	•2001	•2002	•2002
•Начало эксплуатации системы, год	•2003	•2003	•2003
•Зона обслуживания	•Глобальная (64°ю.ш...64°с.ш.)	•Глобальная	•Глобальная (70°ю.ш., 70°с.ш.)
•Число ИСЗ (орбита)	•64 (НКО)	•288 (НКО)	•63 (НКО) + 9 (ГСО)
•Срок службы ИСЗ, лет	•8	•10	•10
•Рабочий диапазон частот	•Ku	•Ka	•Ka
•Число лучей	•45	•64	•260/432
•Пропускная способность ИСЗ, Гбит/с	•1	•13,3	•8,9 (НКО)
•Стоимость системы, млрддол.	•5,1	•9	•12,9



Спутниковые сети

- Организация спутниковой системы: основной недостаток - большое время задержки в канале (270 мс)
- ALOHA,
- FDM,
- TDM,
- CDMA



Спутники или оптоволокно?

- Достаточно установить антенну на крыше, и вам доступна вся пропускная способность спутника.
- Спутник доступен практически всегда.
- Мобильность. Сейчас люди хотят иметь связь всегда: на прогулке, путешествуя. Сочетание сотовой связи и оптоволокна не всегда решает эту проблему: как быть на корабле или самолете?
- Там где вещание принципиально необходимо - спутник не заменим.
- Спутник не заменим там, где географические условия не позволяют создать развитую кабельную систему.
- Спутник хорош везде где надо быстро развернуть систему передачи данных. Где нет времени или средств создавать кабельную инфраструктуру.

Характерные особенности технической реализации систем



- Практически все заявленные системы будут работать в Ka-диапазоне частот (20/30 ГГц)
- Наличие межспутниковых радиолиний (60ГГц)
- Многолучевые антенны (десятки лучей) на геостационарных системах
- Использование ФАР на низкоорбитальных системах
- Коммутация каналов каждый_с_каждым
 - Земля-КА – FDMA
 - КА-Земля - TDMA
- Принципиально новый сервис