



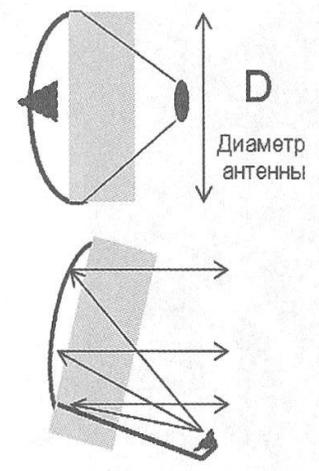
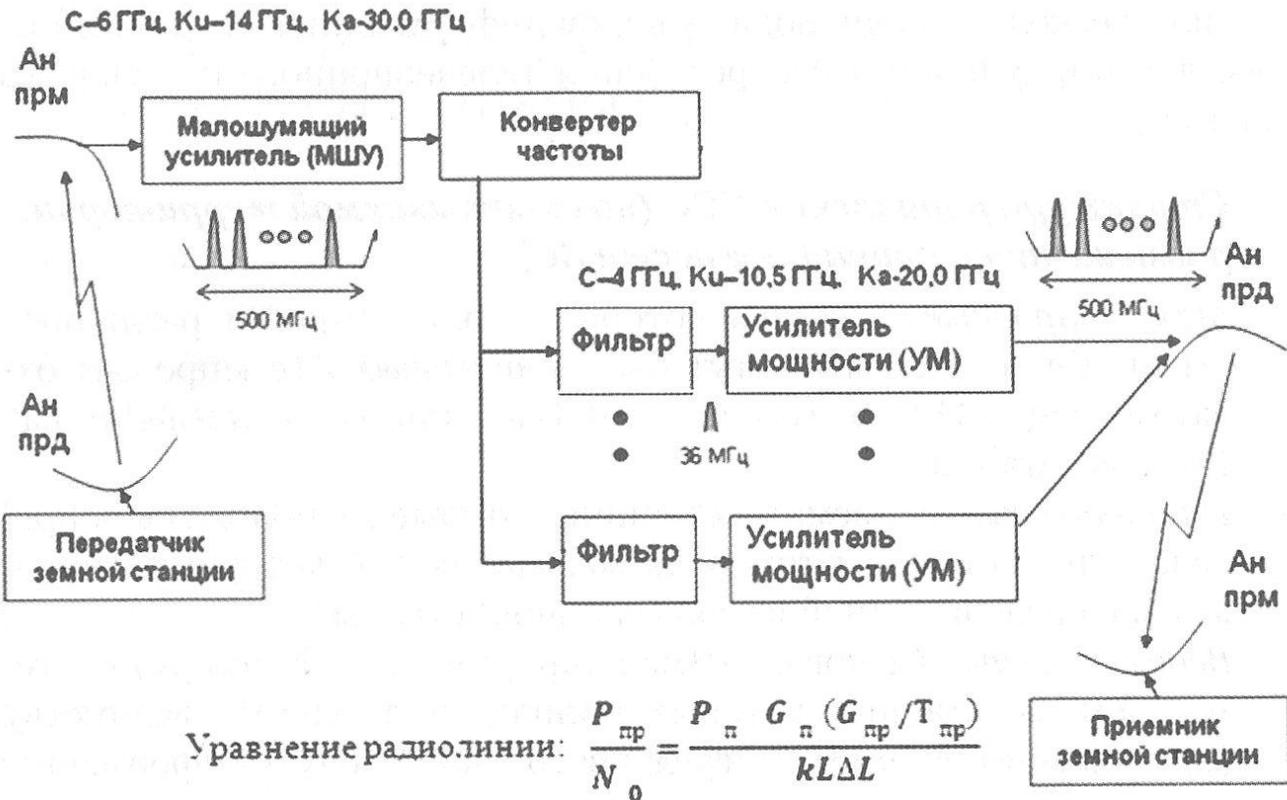
Спутниковые системы наблюдения и связи

Тема 6.

Классификация и принципы построения спутниковых систем связи

дтн, снс Ключников В.Ю.
(ЦНИИ машиностроения)

Схема передачи сигнала в системе спутниковой связи



$\theta^\circ = 1^\circ$ КУ = 30 000

Диапазон	D, м
P (300 МГц)	60
C (4/6 ГГц)	4,5 / 3,0
Ku (12/14 ГГц)	1,5 / 1,2
Ka (20/30 ГГц)	0,9 / 0,5

Приемо-передающая антенна радиолинии: основные параметры: ширина диаграммы направленности $\theta^\circ = 60 \cdot 1/D$; длина волны и частота $\lambda_{(м)} = 300/f_{(МГц)}$; коэффициент усиления КУ = 30 000/ θ^2 ; зона обслуживания: глобальная $\varphi = 17^\circ (\pm 8^\circ)$; территория РФ - $\theta = 6^\circ \times 11^\circ$; региональная (локальная зона) $0,5^\circ \times 0,5^\circ / 1^\circ \times 1^\circ / 2^\circ \times 2^\circ$

Достоинства спутниковых систем связи

- Быстрое предоставление услуг с момента возникновения необходимости в связи.
- Спутниковая сеть (антенна, модем и кабельная сеть) развертывается быстрее, чем наземная оптоволоконная сеть (несколько недель против месяцев).
- Спутниковые соединения улучшают характеристики связи путем непосредственного подсоединения к телепорту сети Интернет без использования перегруженных местных линий связи.
- Небольшая стоимость сети, не зависящая от расстояния географического района.

Схема космической ретрансляции радиосигнала:
 $P_{пр}/N_0$ — отношение сигнал/шум; P_n — мощность передатчика; G_n — коэффициент усиления передающей антенны; $G_{пр}$ — коэффициент усиления приемной антенны; $T_{пр}$ — эквивалентная температура шума приемника; L — затухание в свободном пространстве; ΔL — дополнительные потери; k — постоянная Больцмана.
 Наилучшие характеристики ретрансляции могут быть реализованы при достижении максимального отношения сигнал/шум.

Варианты связи между абонентами

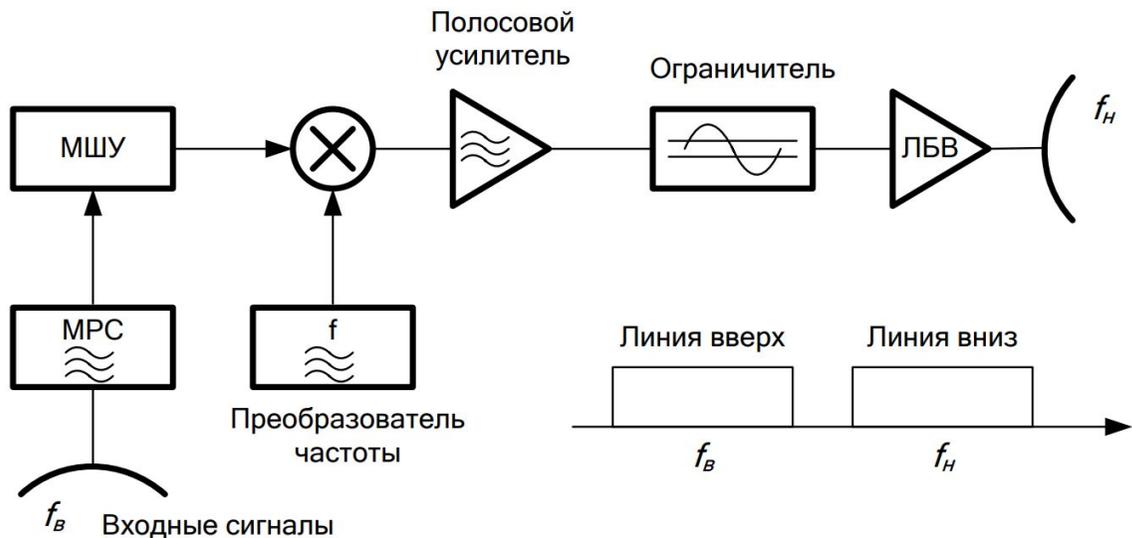
В зависимости от вида предоставляемых услуг, требований различных групп пользователей к оперативности связи и от взаимного расположения абонентов организуются следующие варианты взаимосвязи между абонентами:

1. Связь в режиме реального времени, если абоненты находятся в зоне радиовидимости одного КА. При передаче речевых сигналов задержка определяется только временем распространения сигнала и обработки сообщения на КА и наземной станции сопряжения;
2. Ретрансляция через наземные станции сопряжения, расположенные в зоне радиовидимости двух КА одновременно;
3. Межспутниковая связь, если абоненты находятся в зоне радиовидимости разных КА;
4. Перенос информации на борту КА (электронный "почтовый ящик"), при котором образуется виртуальный канал между абонентами, расположенными в разных географических регионах.

Следует отметить, что для абонентов, удаленных друг от друга на большие расстояния, длина канала связи, образованного с помощью межспутниковых линий, существенно больше, чем в наземной сети, что влияет на задержку сигнала.

Спутниковый ретранслятор

Спутниковый ретранслятор и связанные с ним антенны образуют главную часть связной подсистемы спутника связи – **полезную нагрузку** (ПН). ПН большинства спутников связи включает в свой состав несколько десятков параллельных ретрансляторов, подключенных на индивидуальные или групповые



Упрощенная структурная схема одноствольного ретранслятора

Стволы с демодуляцией (обработкой) сигналов на борту применяются для передачи специальных видов информации.

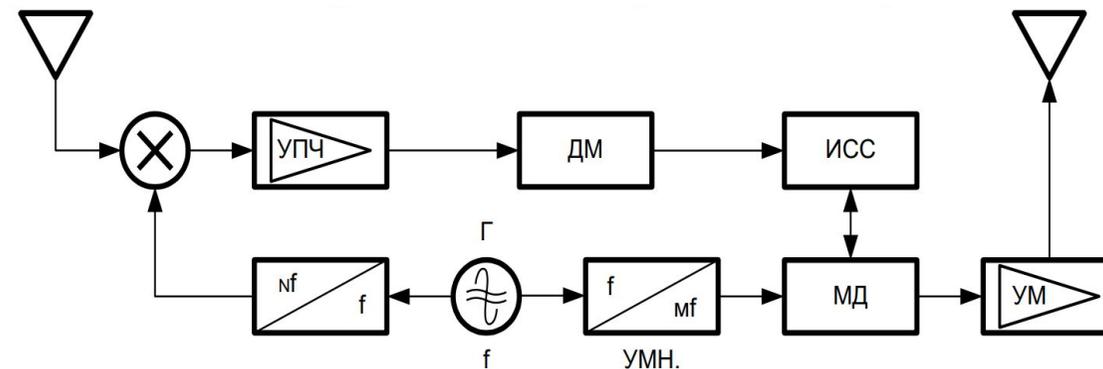
Виды обработки сигналов на борту спутника:

- активная коммутация для распределения различных сигналов линии вверх по соответствующим усилителям и антеннам линии вниз.

- детектирование (демодуляция) цифровых сигналов линии вверх и регенерации этих сигналов для линии вниз.

Активная коммутация реализуется посредством коммутации различных стволы по командам с Земли на соответствующие стволы на линии вниз или заранее запрограммированной последовательности переключений для обеспечения многостанционного доступа с разделением сигналов во времени и с коммутацией сигналов на борту.

Демодуляция на борту сигналов на линии вверх дает возможность улучшить характеристики линии.



Ствол с обработкой сигналов:

УМ – усилитель мощности; УМН – умножитель частоты, Г – высокостабильный гетеродин, ИСС – изменение структуры

Типы ретрансляторов

Прозрачные ретрансляторы (bent pipe) обеспечивают прием и преобразование входных сигналов без их обработки на борту. Таково "строгое" определение. Тем не менее существуют ретрансляторы, тоже называемые прозрачными, которые имеют в своем составе один или несколько канальных процессоров или высокочастотную полнодоступную матрицу для коммутации каналов, поэтому в настоящее время уже трудно провести резкую границу между прозрачным и регенеративным типами ретрансляторов.

Принцип действия **регенеративных ретрансляторов**, которые определяются как ретрансляторы с обработкой сигналов на борту (OBP, On Board Processing), основан на ремодуляции, т.е. приеме сигналов на одной частоте, их демодуляции и повторной модуляции на новой несущей. Использование таких ретрансляторов позволяет одновременно обслуживать большое количество терминалов, обеспечивая большую гибкость формирования каналов и оперативное соединение терминалов с применением разнообразных протоколов.

В **комбинированных ретрансляторах** может выполняться обработка только определенных сигналов (какой-то части всех каналов), например соответствующих заданной несущей частоте.

- 1. Низкоорбитальные системы** (LEO - Low Earth Orbit) - с круговыми орбитами высотой 700 - 2 000 км. Спутник, находящийся на низкой орбите, находится в зоне прямой видимости с определенной точки земной поверхности лишь в течение 8-12 мин. Поэтому для обеспечения непрерывной связи необходимо большое количество спутников (несколько десятков спутников весом до 500 кг), которые взаимодействовали бы с помощью станций сопряжения или межспутниковой связи. Для охвата связью большой территории Земли в таких системах применяют орбиты, лежащие в разных плоскостях. Примеры систем: **Globalstar, Iridium, «Гонец»**.
- 2. Среднеорбитальные** (MEO - Medium Earth Orbit) - с круговыми орбитами высотой 5 000 - 15 000 км. При таких орбитах время видимости одного спутника-ретранслятора может составлять несколько часов, поэтому в среднеорбитальной группировке достаточно 9-12 спутников массой до 1 000 кг. Задержка распространения сигнала составляет около 130 мс и позволяет использовать такие системы для радиотелефонной связи. Примерами МЕО-систем являются: **Inmarsat, Odyssey, ISO, Ellipso, O3b**.
- 3. Высокоорбитальные или геостационарные** (GEO - Geostationary Earth Orbit) - с круговыми экваториальными орбитами высотой 35 875 км. При этом период обращения спутника вокруг Земли составляет 24 часа. То есть спутник всегда находится над определенной точкой Земли. Примерами таких систем являются: **«Банкир»** (для обмена информацией в российских банковской и финансовой системах), **«Ямал»** (для цифрового телевидения), а также геостационарная группировка системы **Inmarsat**.
- 4. Высокоэллиптические** (HEO - Highly Elliptical Orbit) - с вытянутыми эллиптическими орбитами, имеющими радиус перигея около тысячи километров и радиус апогея - один или несколько десятков тысяч километров. Примеры систем: **«Тундра», «Молния»**.

По зонам действия спутниковые системы разделяют на:

Глобальные - предоставляют услуги на всей территории Земли, например: **Globalstar, Inmarsat, Iridium**.

Региональные - предоставляют услуги на ограниченной территории земной поверхности, например: **Thuraya, SpaseGate**.

Стоимость создания региональных систем в 2-5 раз меньше, чем глобальных, благодаря чему они являются привлекательными для инвесторов.

Для классификации спутниковых систем связи и распределения радиочастотного спектра, в том числе, в регламенте радиосвязи, используют понятие **спутниковой службы связи**, включающей:

- **фиксированную спутниковую службу** (ФСС, англ. fixed satellite service; FSS) — спутниковая служба, которая использует земные станции с заданным местоположением и один или несколько спутников;
- **радиовещательную спутниковую службу** (РСС, broadcasting satellite service; BSS) — служба, в которой сигналы, передаваемые или ретранслируемые космическими станциями, предназначены для непосредственного приема населением;
- **подвижную спутниковую службу** (ПСС, mobile satellite service; MSS) — служба, обеспечивающая радиосвязь между подвижными земными станциями и одной или несколькими космическими

Фиксированная спутниковая служба (англ. fixed-satellite service) — спутниковая служба, которая использует земные станции с заданным местоположением и один или несколько спутников.

Системы ФСС предназначены для обеспечения связи между стационарными пользователями. Первоначально они разворачивались исключительно для организации магистралей большой протяженности и региональной (зоновой) связи. Такие системы на базе терминалов типа VSAT используются в сетях электронной коммерции, обмена банковской информацией, оптовых баз, торговых складов и др. Кроме того, в системах ФСС все чаще применяется оборудование персональной связи и интерактивного обмена информацией (в том числе через Internet). Для систем ФСС выделены следующие диапазоны частот: C (4/6 ГГц), Ku (11/14 ГГц) и Ka (20/30 ГГц). К разряду ФСС относят также связь по фидерным линиям.

Услуги ФСС предоставляют пять крупных международных организаций и около 50 региональных и национальных компаний (табл. 3 и 4). К наиболее значительным коммерческим системам фиксированной связи относятся **Intelsat, Intersputnik, Eutelsat, Arabsat и AsiaSat**.

Среди них бесспорным лидером является международная система Intelsat, орбитальная группировка которой охватывает Атлантический (AOR), Индийский (IOR), Азиатско-Тихоокеанский (ATR) и Тихоокеанский (POR) региона обслуживания. За 30 лет существования системы Intelsat создано 8 поколений спутников, из которых каждое последующее существенно превосходит предыдущее.

В настоящее время услуги **Intelsat** обеспечивают спутники четырех последних поколений (серий Intelsat-5, -6, -7/7A, -8). Пропускная способность этих КА составляет от 12 до 35 тыс. телефонных каналов, то есть через 25 спутников системы Intelsat передаются примерно 2/3 международного телефонного трафика. Наземный сегмент включает в себя около 800 крупных станций, размещенных в 170 странах мира.

Радиовещательная спутниковая служба (broadcasting satellite service) - спутниковая служба, в которой сигналы, передаваемые или ретранслируемые космическими станциями, предназначены для непосредственного приема населением. При этом непосредственным считается как индивидуальный, так и коллективный прием, при котором программы вещания доставляются абонентам с помощью той или иной наземной системы распределения.

Запрещена установка радиовещательных станций на борту морских и воздушных судов и других объектов, плавающих и летающих за пределами национальных территорий, а также предусмотрен ряд послаблений требований к станциям, вещающим в тропической зоне в связи с повышенным уровнем атмосферных шумов и особенностями распространения радиоволн.

Частотный диапазон радио- и телевещания охватывает весьма широкий спектр - от длинных волн (начиная с 2000 м) до дециметровых волн (с 100 МГц). В частотном диапазоне от 100 МГц до 3000 МГц определены и более высокочастотные диапазоны.



Антенное поле легендарной динноволновой радиостанции РВ-1 им. Коминтерна в г.Уфе (слева) и самая высокая в мире телебашня Токио (справа)

Подвижная спутниковая служба

Подвижная спутниковая служба (mobile satellite service) - спутниковая служба, обеспечивающая радиосвязь между подвижными земными станциями и одной или несколькими космическими станциями; или между космическими станциями, используемыми этой службой; или между подвижными земными станциями посредством одной или нескольких космических станций.

Обычные стационарные наземные станции обеспечивают устойчивую связь при рабочих углах радиовидимости даже 50° , а надежную связь для подвижных абонентов можно гарантировать лишь при значительно более высоких значениях. Большие углы радиовидимости КА позволяют снизить энергетический запас радиолинии, предназначенный для компенсации потерь, которые обуславливаются замиранием при распространении радиоволн в ближней зоне со сложным рельефом местности.

Регламентом радиосвязи для систем ПСС выделены диапазоны частот до 1 ГГц, а также полосы частот в диапазонах L (1,5/1,6 ГГц) и S (1,9/2,2 и 2,4/ 2,5 ГГц). В перспективе разработчики систем ПСС намерены использовать более высокочастотные диапазоны Ka (20/30 ГГц) и EHF (40-50 ГГц).

Сейчас в мире насчитывается более 30 национальных и международных (региональных и глобальных) проектов, использующих КА на низких орбитах. Наиболее известны **Globalstar, Iridium, Orbcomm** (США), а также российская "**Гонец**".

В настоящее время сохраняется деление систем ПСС по видам передаваемой информации на сети радиотелефонной связи (**Inmarsat**-А, -В и -М, AMSC, MSAT, Optus, AceS) и системы передачи данных (Inmarsat-C, OmnitracS, Euteltracs, Prodat).

Из всех систем ПСС наиболее мощная орбитальная группировка принадлежит международной системе **Inmarsat**, которая охватывает четыре региона - Атлантический восточный (AOR-E), Атлантический западный (AOR-W), Индийский (IOR) и Тихоокеанский (POR). Каждый из них обслуживается одним действующим КА и имеет по 1-2 резервных спутника. Сеть **Inmarsat** обеспечивает покрытие практически всей поверхности Земли, за исключением приполярных районов.

Архитектура спутниковой сети высокоскоростного (широкополосного) доступа в Internet.



АЦАЛ: асимметричная цифровая абонентская линия
LMDS: местная система многоадресного распределения
ТП : точка присутствия

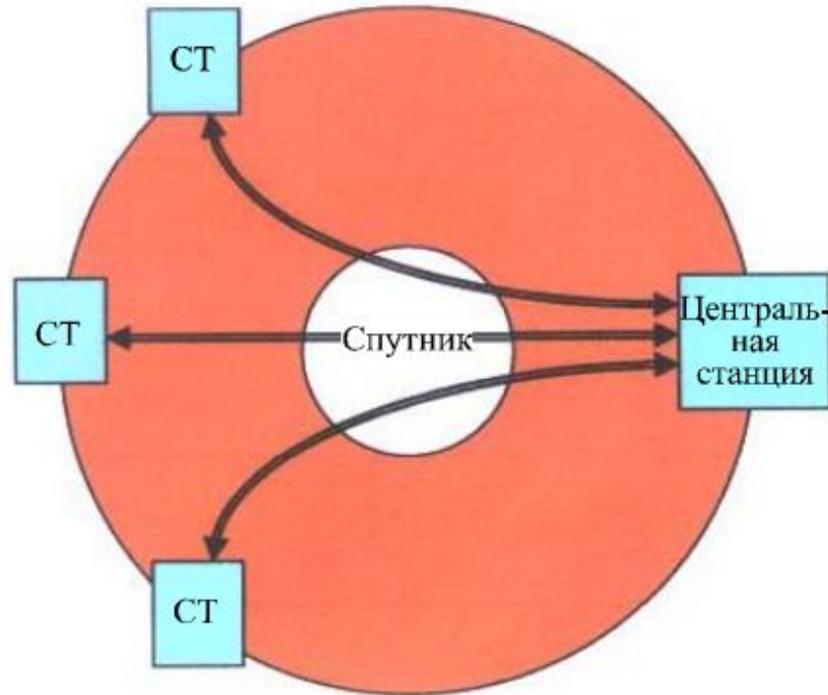
Архитектура глобальной сети широкополосной спутниковой связи (варианты):

- Сеть доступа: предоставляет услуги конечным пользователям.
- Сеть распределения: обеспечивает распределение информационного содержания до границы зоны обслуживания.
- Базовая сеть: предоставляет услуги транкинга.

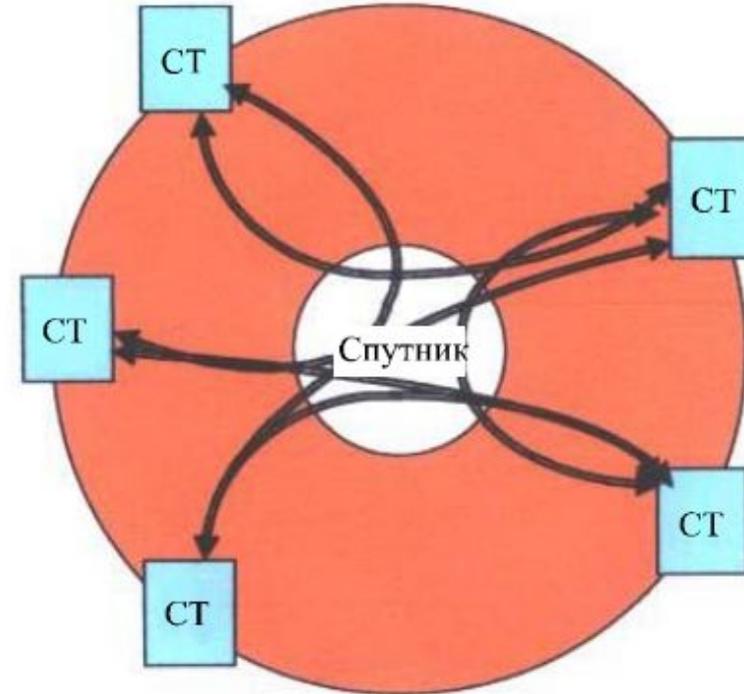
Все существующие системы ВСД используют в линиях связи Земля-спутник и спутник-Земля стандарт DVB-S2 с поддержкой адаптивного кодирования, адаптивной модуляции и в обратном канале используют метод

(M-QAM) / (Time-Division Multiplexing) / (M-PSK)

Топология спутниковой сети высокоскоростного (широкополосного) доступа в Internet.



Звездообразная топология



Полносвязная топология

Звездообразная сетевая топология определяется звездообразной организацией линий связи между центральной станцией (или точкой доступа в интернет) и многочисленными удаленными станциями. Удаленная станция может только устанавливать прямую связь с центральной станцией и не может устанавливать прямую связь с другой удаленной станцией.

Полносвязная сеть определяется полностью связанной организацией линий связи между станциями, при которой любая станция может непосредственно связываться с любой другой станцией. Звездообразная топология может рассматриваться как частный случай полностью связанной топологии.

ПРИМЕЧАНИЕ: Звездообразная топология может использоваться для обеспечения возможности полностью связанных соединений путем установления не прямой связи между удаленными станциями через центральную станцию.

HTS - спутниковая связь с высокой пропускной способностью

HTS (англ. high-throughput satellite) — класс спутников связи с высокой пропускной способностью, которые обеспечивают увеличение общей пропускной способности по сравнению с традиционными спутниками от двух до 20 и более раз при том же самом орбитальном спектре частот.

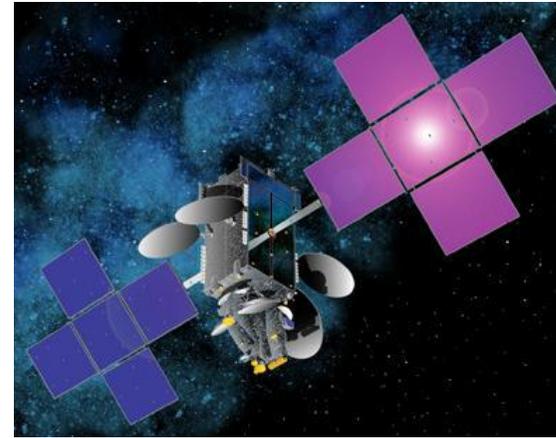
Большая пропускная способность позволяет уменьшать стоимость использования спутникового канала.

Наиболее известные спутники этой категории — ViaSat-1 и EchoStar XVII (известный также как Jupiter-1)



Лучи HTS спутника в Ka-диапазоне над Европой.

Принципиальная разница между HTS и традиционными спутниками состоит в наличии у первых множества лучей, что позволяет повторно использовать их частотный ресурс



EchoStar 17 был разработан Space Systems Loral на базе платформы LS-1300. Масса спутника — 6100 кг. В качестве полезной нагрузки он несёт 60 транспондеров Ka-диапазона. Ожидается, что спутник прослужит как минимум 15 лет.



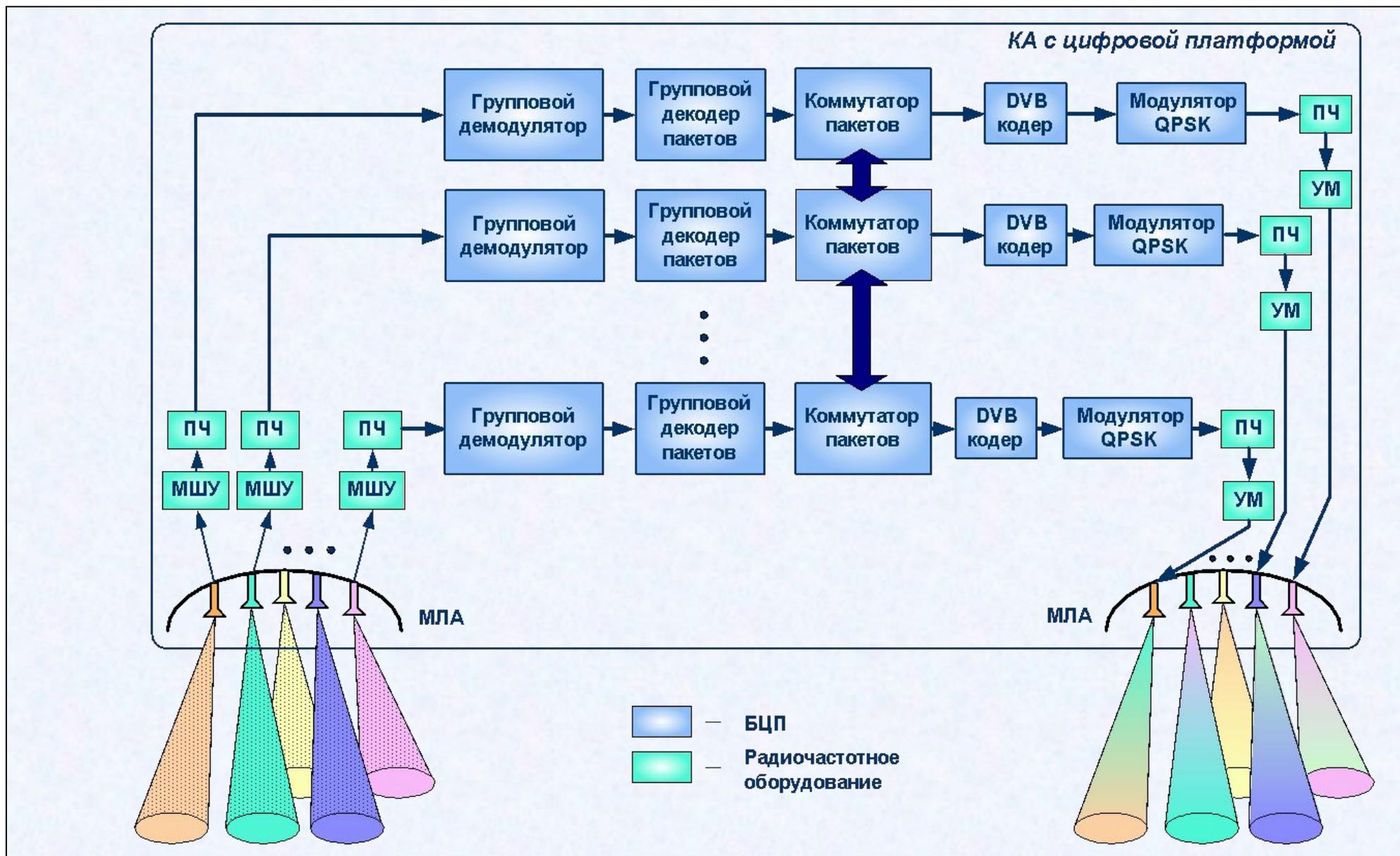
ViaSat-1 – самый мощный спутник в мире, созданный фирмой Space Systems/Loral для американской коммуникационной компании ViaSat. Пропускная способность - 140 Гб в секунду. С помощью 72 мощных точечных лучей Ka-диапазона спутник ViaSat-1 обеспечивает предоставление на территории Северной Америки и Гавайских островов Интернет-услуг.



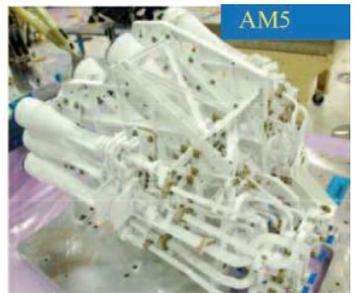
На 2019 год намечен запуск спутника ViaSat-3, ориентированного на американский рынок. Антенная система этого спутника будет формировать 5 тыс. узких лучей. Заявленная пропускная способность составит около 1 Тбит/с.

Первые два спутника ViaSat 3 удвоили сетевую емкость всех коммерческих аппаратов связи, находящихся на орбите Земли (их сейчас свыше 400).

Общая структура многолучевого ретранслятора с бортовым цифровым передатчиком (БЦП)



Многолучевые антенны HTS-спутников



Облучающая система спутника «Экспресс-AM5» (АО «ИСС», MDA (Канада))

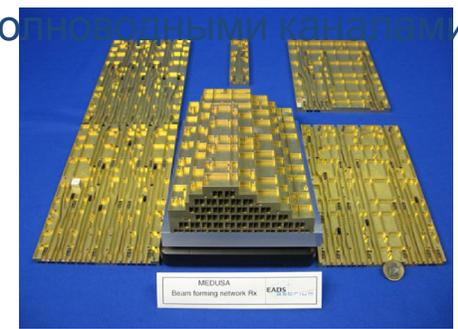


Спутник «Экспресс-AM5» (АО «ИСС», MDA (Канада))

Антенная система состоит из трех однозеркальных антенн

Концепция антенной системы:
- Одна передающая МЛА
- Одна приемная МЛА.

Диаграммоформирователь выполнен в виде продольных фрезерованных пластин с волноводными каналами

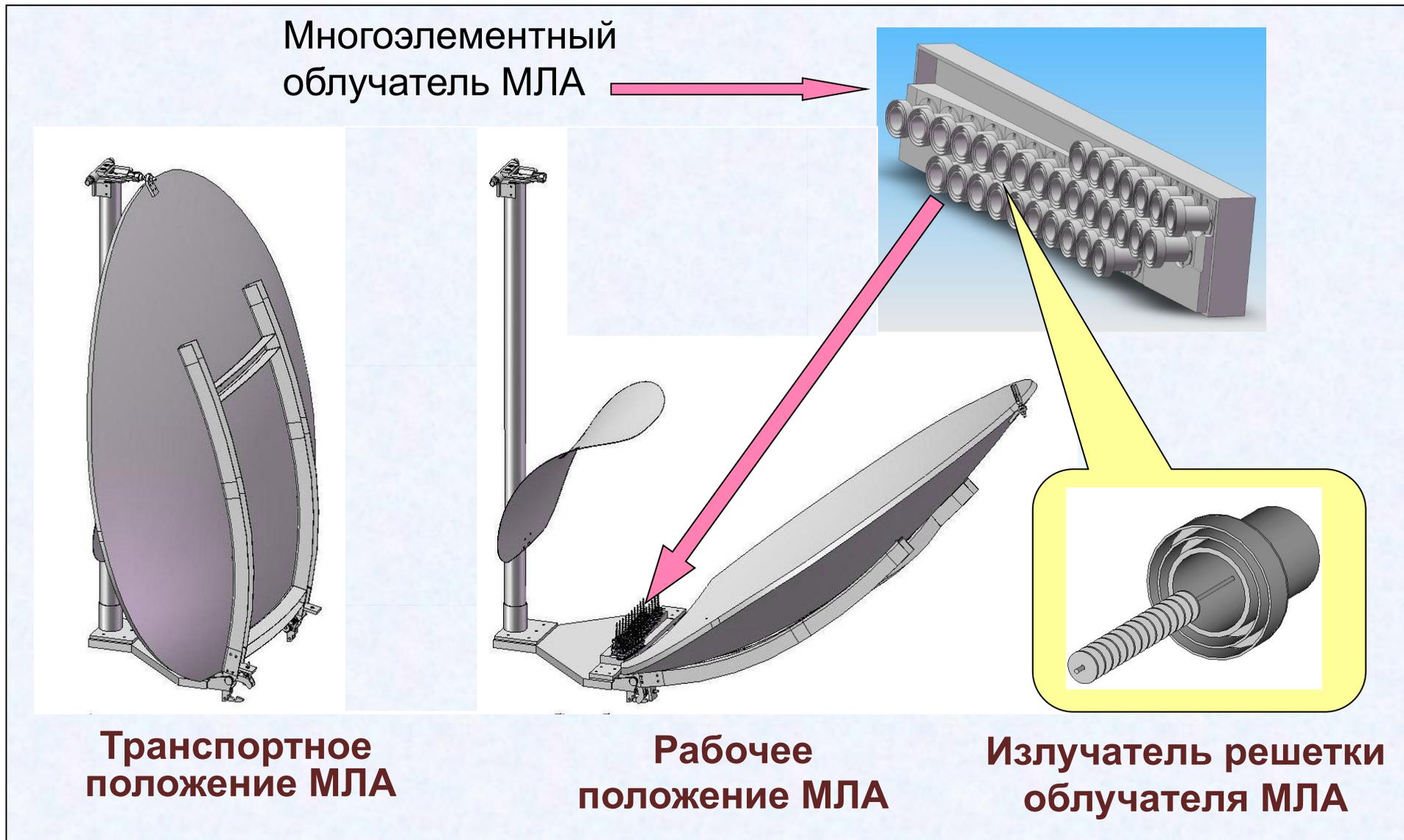


МЛА. Проект Medusa

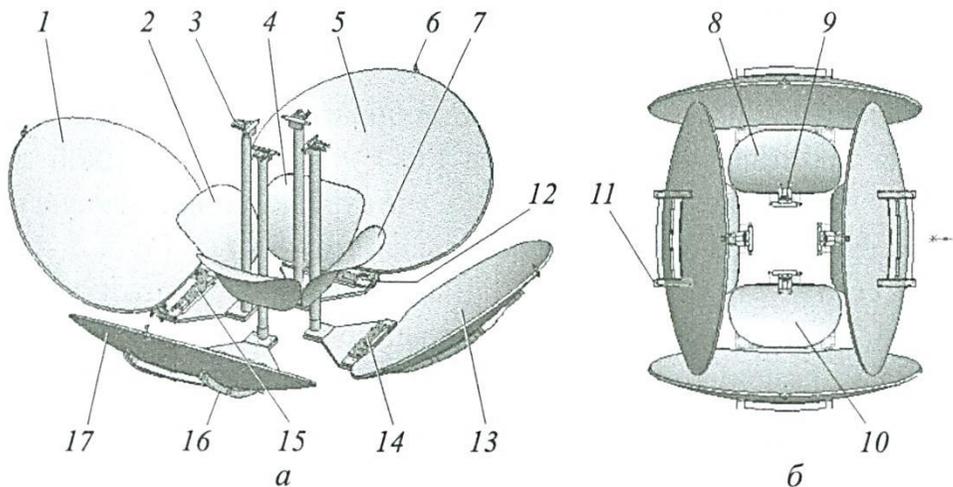


Облучающая решетка

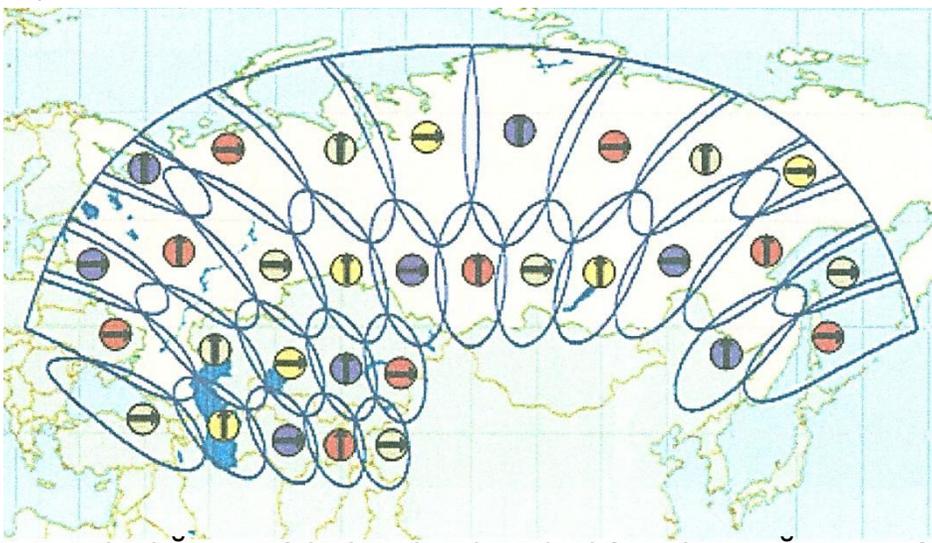
Бортовая многолучевая антенна (МЛА)



Четырехзеркальная многолучевая антенна



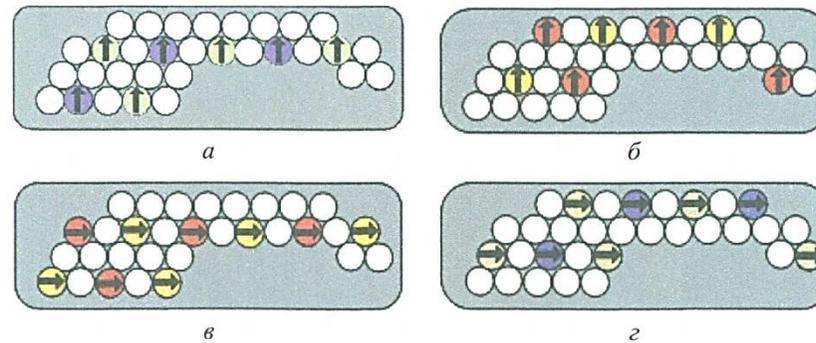
Четырехзеркальная многолучевая антенна, реализующая следующий поляризационно-частотный план:



Межлучевой частотно-поляризационный план для орбитальной позиции КА 90° в.д., охватывающий одноградусными лучами территорию РФ и стран СНГ

- 1, 13 — основные зеркала приемных антенн;
- 2, 7 — вспомогательные поляризационно-селективные зеркала приемных антенн;
- 3 — узел зачековки основного зеркала на штанге крепления вспомогательного (4);
- 5, 17 — основные зеркала передающих антенн;
- 6 — узел зачековки на основном зеркале;
- 8, 10 — вспомогательные поляризационно-селективные зеркала передающих антенн;
- 9 — узел раскрытия и фиксации основного зеркала;
- 11 — рама большого зеркала;
- 12, 16 — облучатели передающих антенн;
- 14, 15 — облучатели приемных антенн.

Бортовая МЛА в виде двух приемных и двух передающих двухзеркальных антенн, каждая из которых имеет по два многоэлементных облучателя. Облучателями каждой из четырех МЛА являются две решетки из рупоров:



Классификация земных станций спутниковой связи

Классификационные признаки:

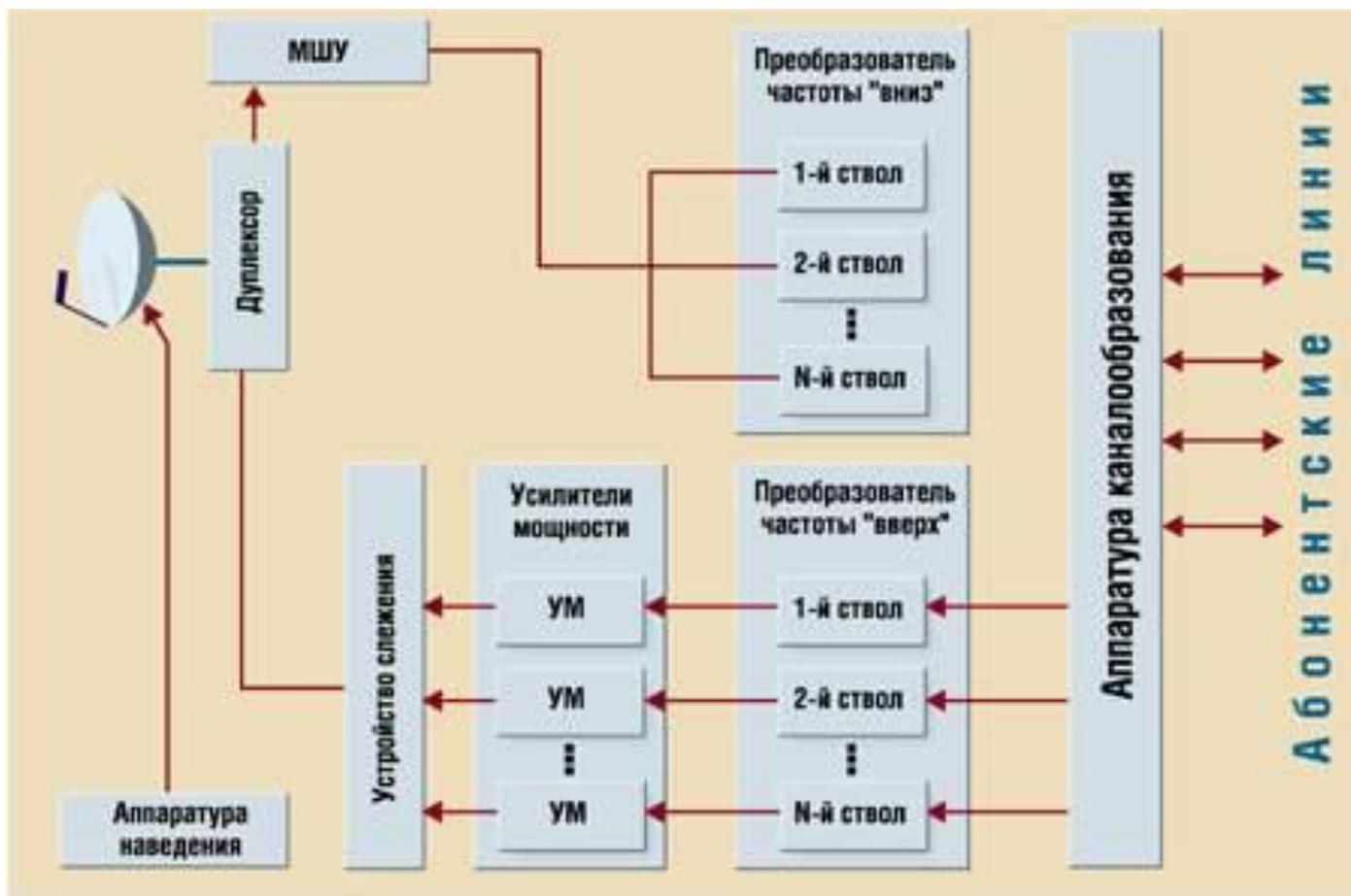
1. тип используемой орбиты (GEO, MEO, mega LEO, big LEO и little LEO), соответствующий степени удаленности ЗС от ретранслятора.
2. принадлежность земной станции к одной из трех спутниковых служб: фиксированной - ФСС, телерадиовещательной - РСС или подвижной – ПСС.



- Шесть основных классов наземных станций: Три из них принадлежат к исторически сложившимся классам и используют КА на GEO-орбитах: для служб ФСС, телерадиовещания и подвижной связи. Три других обеспечивают персональную связь и работают в составе ССС на базе негеостационарных спутниковых группировок: для организации персональной передачи данных и приема теле- и радиопрограмм, подвижной связи, а также передачи данных по низкоскоростным каналам.

СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

В состав каждой магистральной земной станции обычно входит приемопередающая антенная система с дуплексером, аппаратура наведения, многоствольные приемное и передающее устройства, а также каналобразующая аппаратура:



Приемное устройство осуществляет предварительное усиление сигналов с помощью входного малошумящего усилителя (МШУ) и их преобразование на промежуточную частоту. Конструктивная особенность магистральных ЗС - расположение МШУ не в основном помещении, а рядом с облучателем антенны, что позволяет снизить потери в фидерном тракте и за счет этого увеличить чувствительность станции. В современных МШУ, работающих в С- и Ku-диапазонах (ширина полосы частот от 500 МГц до 1 ГГц), эквивалентная шумовая температура составляет 50-150 К, коэффициент усиления 30-40 дБ. На выходе усилителя мощности (при необходимости усиления до 0,5-3 кВт) применяются либо клистроны, либо лампы бегущей волны (ЛБВ). Основное достоинство клистронов -- высокая стабильность и невысокий уровень шума, в то время как ЛБВ обеспечивает большую (по сравнению с ними) полосу пропускания. В усилителях мощностью 0,5-1 кВт обычно используют ЛБВ, а в более мощных (1-3 кВт) - клистроны. **Современные усилители мощности оснащены средствами защиты от сбоев в системе электропитания и автоматического восстановления работоспособности.**

Главными характеристиками магистральных ЗС являются диаметр параболического зеркала и добротность приемного оборудования, так как именно они определяют сложность, стоимость и "границы" использования

Сети малых станций спутниковой связи (VSAT-сети)

В настоящее время для создания корпоративных спутниковых сетей на базе геостационарных КА используются малые станции, так называемые VSAT (Very Small Aperture Terminal), которых во всем мире уже насчитывается более 250 тыс. VSAT-сети действуют не только в США, европейских и азиатских странах, но и в России, где собственные корпоративные VSAT-сети имеют крупные организации, такие как РАО "Газпром", РАО "ЕЭС России", МПС и Центробанк РФ.

Сети VSAT объединяют географически удаленных пользователей в единую цифровую сеть связи. Но, в отличие от глобальных ССС, вся зона обслуживания сетей VSAT разделена на узкие парциальные зоны, каждая из которых обслуживается одним узким лучом.

В сетях VSAT используются обычно следующие базовые технологии доступа:

SCPC (Single Channel Per Carrier), или один канал на несущую, при схеме соединения "точка--точка";

DAMA (Demand Assignment Multiple Access) при полнодоступной схеме с предоставлением каналов по требованию;

TDMA при топологии типа "звезда".

В случае **SCPC** обеспечивается прямая дуплексная связь между любыми двумя географическими пунктами. Такая технология доступа обычно применяется в небольших корпоративных сетях с малым количеством (15--20) наземных станций. Для этих сетей характерно как неэффективное использование спутникового ресурса, так и невозможность взаимодействия с ЛВС, правда, и стоимость их оборудования невелика.

Технология доступа **DAMA** ориентирована на телефонию; в таких сетях режим передачи данных и взаимодействие с ЛВС крайне неэффективны. А оборудование сетей на основе DAMA тем не менее значительно дороже, чем при использовании SCPC-решений.

Многоточечные сети передачи данных обычно строятся на базе технологии **TDMA** с использованием топологической схемы "звезда". Скорость передачи информации в них достигает 256--2048 кбит/с.

При современных энергетических показателях бортовых комплексов VSAT-станции могут быть весьма невелики, а размер их антенн 0,5--0,6 м (Ka-диапазон) и 1-1,5 м (Ku-диапазон). Такие терминалы могут размещаться вблизи рабочих мест

Приложения спутниковых систем связи: M2M-технологии

M2M (machine-to-machine) – общее название технологий, которые позволяют машинам обмениваться информацией друг с другом, или же передавать её в одностороннем порядке. Это могут быть проводные и беспроводные системы мониторинга датчиков или каких-либо параметров устройств (температура, уровень запасов, местоположение и т. д.). M2M активно используется в системах безопасности и охраны, вендинге, системах здравоохранения, промышленных телеметрических системах (производство, энергетика, ЖКХ и др.) и системах позиционирования подвижных объектов на основе систем ГЛОНАСС/GPS.



Приложения спутниковых систем связи: технологии IoT

IoT (internet of things) — концепция вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключая из части действий и операций необходимость участия человека.

Концепция сформулирована в 1999 году как осмысление перспектив широкого применения средств радиочастотной идентификации для взаимодействия физических предметов между собой и с внешним окружением.

Технологии IoT:

Средства идентификации

- все средства, применяемые для автоматической идентификации: оптически распознаваемые идентификаторы предметов / «вещей» (RFID-метки, штрихкоды, Data Matrix, QR-коды), а также средства определения местонахождения предметов / «вещей» в режиме реального времени. При всеобъемлющем распространении «интернета вещей» принципиально обеспечить уникальность идентификаторов объектов. Широкие возможности по идентификации для таких устройств даёт протокол IPv6, обеспечивающий уникальными адресами сетевого уровня не менее 300 млн устройств на одного жителя Земли.

Средства измерения

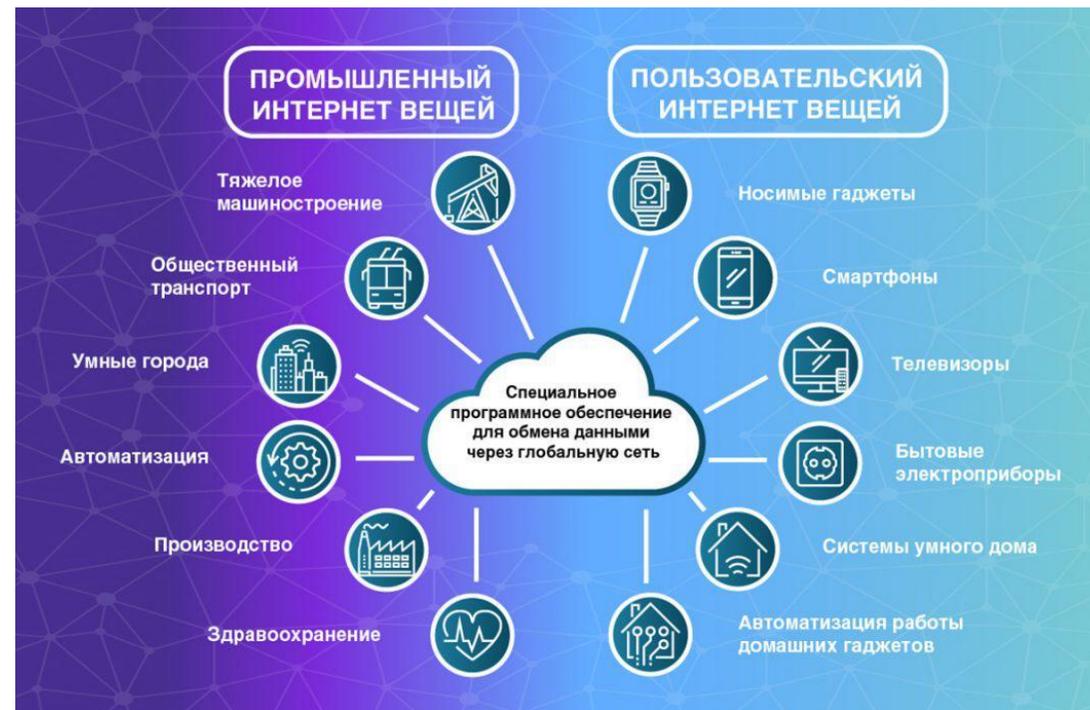
- автономные средства, обеспечивающие преобразование сведений о внешней среде в цифровые данные (код). Используется широкий класс средств измерения, от элементарных датчиков (например, температуры, давления, освещённости), приборов учёта потребления (таких, как интеллектуальные счётчики) до сложных интегрированных измерительных систем. Принципиально объединение средств измерения в сети (такие, как беспроводные датчиковые сети, измерительные комплексы), за счёт чего возможно построение систем межмашинного взаимодействия.

Средства передачи данных

- все возможные средства беспроводных и проводных сетей, обладающие свойствами эффективности в условиях низких скоростей, отказоустойчивости, адаптивности, возможности самоорганизации.

Среди проводных технологий важную роль в проникновении «интернета вещей» играют решения PLC — технологии построения сетей передачи данных по линиям электропередачи

Средства обработки данных



Приложения спутниковых систем связи: технология DTH

DTH (Direct-to-Home) – система услуг телевидения, где телевизионный сигнал передается непосредственно зрителю, минуя кабельных операторов. Система DTH позволяет провайдеру объединять сигналы нескольких кодированных каналов. Данный сигнал получают с транспондера Ku-диапазона, который расположен на геостационарной орбите телевизионного спутника и поступает к зрителю через 15-30 сантиметровую принимающую антенну.

Схема получения DTH ТВ достаточно проста: Программные каналы передают сигнал на станцию вещания, которая, в свою очередь, посылает его на спутник. Спутник получает сигнал, сжимает его и делает подходящим для передачи на ресиверы, которые конечный потребитель приобретает у своего DTH-провайдера.

Преимущества DTH вещания:

1. Для получения сигнала необходима небольшая спутниковая антенна, которую можно легко установить у себя дома.
2. Широкий спектр услуг в рамках одного транспондера.
3. Вещатель может предоставлять новые интерактивные приложения, например, доступ к интернет, электронной почте, видео по требованию. Можно использовать для социальной рекламы.
4. Отсутствие посредников, например, кабельных операторов, которые взимают дополнительные деньги за подписку.

DTH также открывает иные дополнительные возможности, например, услуги интернет, телемедицины, видеоконференции и т.д. Передача кодированного сигнала осуществляется в цифровом формате, который обеспечивает высокое разрешение картинки и чистый звук





Спасибо за внимание!



ГОСКОРПОРАЦИЯ «РОСКОСМОС»

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

 ЦНИИМАШ
TSNIIMASH

 РОСКОСМОС

КЛЮШНИКОВ
Валерий Юрьевич

Главный научный сотрудник
доктор технических наук
старший научный сотрудник

141070, г. Королев,
Московская область
ул. Пионерская, д. 4

Тел. раб.: +7(495) 513-44-44
Тел. моб.: +7(903)185-24-91
E-mail: wklj59@yandex.ru