

КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Гофман А.К., Литвинов В.П.

Научный руководитель: Литвинов В.П., зав. лабораторией ИПС ИК ТПУ
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: Lamer-Uter@yandex.ru

Введение

Современные способы ведения бизнеса, вопросы обеспечения безопасности населения, жизнедеятельности объектов и решение социальных вопросов требуют своевременной информации различного характера. Данная возможность легко реализуется в городах и производственных областях где использование каналов связи не вызывает сомнений. Но существуют регионы со сложным рельефом или большой удалённостью объектов, где прокладка наземных сетей не возможна, или не рентабельна. Одним из решений данной проблемы является использование спутниковой связи.

Но для решения конкретных задач необходимо подобрать конкретный вид спутниковой связи или скомбинировать несколько ее видов. Чем же различаются между собой системы спутниковой связи?

Область покрытия

На рынке спутниковой связи существуют различные системы, такие как Iridium, GlobalStar, Inmarsat, Thuraya, Hughes, iDirect. Существуют отечественные, такие как Истар и Гонец. Зоны покрытия этих систем таковы:

- Iridium – вся территории Земли и ее водных ресурсов, включая северный и южный полюсы.
- Глобалстар – работает на большей части материковой суши и прилегающих морей от 70° ю.ш. до 70° с.ш.,
- Inmarsat – обеспечивает устойчивую работу системы практически на всей территории земного шара, за исключением северных и южных широт.
- Thuraya – обеспечивает покрытие территории 140 стран Европы, Центральной Азии, Ближнего Востока, Северной и Центральной Африки.
- Hughes – технология позволяет строить системы как региональные, т.е. с покрытием одного или нескольких регионов, так и глобального масштаба с использованием геостационарных спутников – обычных ретрансляторов сигнала, обеспечивая устойчивую работу системы практически на всей территории земного шара, за исключением северных и южных широт.
- Гонец – система спутниковой связи, обеспечивающая глобальное покрытие, включая северный и южный полюсы. Эта система находится

в состоянии развития и планируется к полноценному функционированию в 2015 году.

Тип абонентского оборудования

Каждая система спутниковой связи выполняет ограниченный и различный сервис передачи данных, т.к. невозможно выполнить одной системой все задачи организации каналов связи. Поэтому каждая система имеет свое уникальное терминальное (абонентское) оборудование, которое отличается исполнением и характеристиками:

- Iridium и Глобалстар – мобильные телефоны (для голоса) и модемы передачи данных (до 9.6 кбит/с) с ненаправленной антенной
- Thuraya – мобильные телефоны (для голоса) с ненаправленной антенной и модемы передачи данных (до 400 кбит/с) с направленной антенной
- Inmarsat – в основном мобильные модемы передачи данных (от 2 кбит/с до 500 кбит/с) с направленной антенной
- Hughes – стационарные и мобильные модемы передачи данных (до 3,6 Мбит/с) с направленной антенной
- Гонец- модемы передачи данных (до 64 кбит/с) с ненаправленной антенной.

Особенности орбит спутников

Имея представление о том, на каких территориях необходимо обеспечить связь, стоит рассмотреть особенности движения спутников по орбитам.

Существует несколько типов орбит движения спутников связи, отличающихся высотой, формой и углами между плоскостями орбиты и экватора Земли.

По высоте орбиты бывают:

- Низковысотные круговые (LEO) с высотами от 500 до 1500 километров (системы Iridium, GlobalStar)
- Средневысотные круговые (MEO) с высотами порядка 10 тыс. км. (системы Odyssey и ICO)
- Наклонная высокоэллиптическая (HEO) с высотами орбиты перигея от 18 до 25 тыс. км и апогея от 46 до 50 тыс. км.
- Геосинхронная (GEO) с высотой 36 тыс. км.

Наклонная высокоэллиптическая орбита имеет наклонение плоскости орбиты к плоскости экватора. Полярная орбита – это частный случай наклонной эллиптической орбиты, имеющая наклонение орбиты к плоскости экватора равное

90°. Эти орбиты, в частности, используются в системах «Sirius XM» (США и Канада) и японской навигационной системой QZSS. Наклонная высокоэллиптическая орбита «Тундра» (Россия) используется для работы военных спутников.

Геосинхронная – орбита, двигаясь по которой, спутник делает оборот ровно за то время, за которое Земля обращается вокруг своей оси. Экваториальная орбита (или геостационарная орбита (GEO) – частный случай геосинхронной орбиты. Она находится в экваториальной плоскости нашей планеты. Для наблюдателя с земли спутники на этой орбите кажутся неподвижными, находясь в одной точке. Это очень удобно для организации спутниковой связи VSAT, так как не нужно регулировать положение рефлекторов антенн, направляя их на уходящий спутник. Геостационарная орбита имеет высоту над поверхностью Земли 35876 км, радиус 42241 км, длину 265409 км. Экваториальная орбита помимо преимуществ имеет и недостатки для спутниковой связи:

- С таких орбит невозможно передавать сигнал на приполярные районы Земли, так как угол падения сигнала очень мал, или даже отрицателен
- Ограничено количество вмещаемых на орбиту спутников. Все возможные точки размещения спутников на геостационарной орбите давно уже поделены между странами.

Различие диапазонов

Ещё одним различием спутниковых систем передачи данных является диапазон частот и способ их экономии. Существует два способа экономии частот:

- Переиспользование частот – когда применяется пространственное разделение, при котором каждая антенна спутника принимает сигнал только с определённого района земной поверхности, при этом разные районы могут использовать одни и те же частоты.
- Поляризационное разделение каналов – различные антенны принимают и передают сигнал на одной частоте с ортогональными поляризациями (для линейной поляризации во взаимно перпендикулярных плоскостях, для круговой соответственно с правосторонним и левосторонним вращением). При этом, одни и те же частоты могут применяться два раза (для каждой из поляризаций).

Диапазоны частот, в которых работают спутниковые приёмно-передающие устройства следующие:

- L (1,5 ГГц) - подвижная спутниковая связь
- S (2,5 ГГц) - подвижная спутниковая связь
- C (4 ГГц, 6 ГГц) - подвижная и фиксированная спутниковая связь, телевидение

- X (8-12 ГГц) - фиксированная спутниковая связь

- Ku (11 ГГц, 12 ГГц, 14 ГГц) - фиксированная спутниковая связь, телевидение

- K (20 ГГц) - фиксированная спутниковая связь, телевидение

- Ka (30 ГГц) - фиксированная спутниковая связь, межспутниковая связь

Самым распространенным диапазоном в передаче больших объёмов данных являются C и Ku диапазоны. Активно развивается Ka диапазон. Эти диапазоны использует технология VSAT.

Особенности системы VSAT и системы Hughes

VSAT (Very Small Aperture Terminal) — малая спутниковая земная станция, то есть спутниковая станция с размерами антенн менее 2,5 метров. Система использует геостационарные спутники.

Технология Hughes (США) позволяет строить системы спутниковой связи размером от корпоративного до национального масштаба.

Основные характеристики систем HUGHES:

- Топология сети: звезда, полносвязная сеть, вложенная звезда.
- Формат прямого канала: DVB-S2
- Скорость ПД в прямом канале: до 121 Мбит/с, в обратном канале: до 3,2 Мбит/с.
- Частотный диапазон: C -, Ku – и Ka

Развитие системы Hughes

В настоящее время активно развиваются мобильные решения Hughes. Технологии уже применяются на авиа, железнодорожном, морском и автотранспорте.

Важная особенность компании Hughes – поддержка развития своей технологии путем создания учебно-исследовательского центра Hughes в ТПУ. Это единственный в своём роде учебный центр Hughes на Евразийском континенте. Учебный стенд, установленный в центре Hughes-ТПУ, позволяет проводить обучение по современным технологиям спутниковой связи и на практике соприкоснуться с действующей системой HN/HX. Такое сотрудничество способствует развитию спутниковой VSAT связи в России.

Список литературы:

1. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли // Европа. – 2014. – 435 с.
2. Камнев В.Е., Черкасов В.В., Чечин Г.В. Спутниковые сети связи // Информ-Знание. – 2011. – 367 с.
3. Машбиц Л., Компьютерная картография и зоны спутниковой связи // Горячая Линия – Телеком. – 2012. – 260 с.
4. Вейцель В.В., Радиоприемники спутниковых систем // Эксмо. – 2013. – 224 с.