

5.Региональная спутниковая система персональной подвижной связи *THURAYA*

Общие сведения о спутниковой системе связи Thuraya

Система Thuraya принадлежит частной компании «Thuraya Satellite Telecommunications» со штаб-квартирой в Абу-Даби (Объединенные Арабские Эмираты). Инвесторами этой компании являются 18 организаций арабского мира, а также несколько фирм США и Германии. Система предназначена для обеспечения телефонной и факсимильной связи, передачи данных и обмена короткими сообщениями. Кроме того, предусматривается возможность определения местоположения абонентов с использованием сигналов GPS Navstar. Качество предоставляемых услуг должно соответствовать стандарту GSM.

До недавнего времени космический сегмент системы состоял из одного действующего КА, запущенного в октябре 2000 г. и находящегося на геостационарной орбите в точке 44°в.д. Запуск осуществлен ракетой-носителем Зенит-3SL в рамках международной программы «Морской старт».

Запуск второго геостационарного КА Thuraya-2, как и Thuraya-1, был произведен при помощи морской стартовой платформы Odyssey из акватории Тихого океана в июне 2003 г. В течение нескольких недель КА Thuraya-2 находился в точке 28,5°в.д. и проходил орбитальные испытания. После этого он был перемещен ближе к КА Thuraya-1, который затем был переведен в позицию 98,5°в.д. Это позволило существенно расширить емкость космического сегмента и открывает возможности по созданию новых рынков и по развитию новых спутниковых приложений.

Пятно обслуживания системы (до запуска КА Thuraya-2) охватывало большую часть Европы, значительную часть Центральной Азии, Индию, Пакистан, Ближний Восток, Центральную и Северную Африку, включая в себя 101 страну с общим населением около 2,3 млрд. человек. Зона обслуживания в России ограничивалась по линии: на севере – Мурманск – Архангельск, на востоке – Салехард – Новосибирск (в зоне обслуживания находился 71 субъект Российской Федерации).

В настоящее время (после запуска КА Thuraya-2) региональная ССПС Thuraya является первой системой доступной мобильной спутниковой связи, обеспечивающей покрытие территории 110 стран Европы, Центральной и Юго-восточной Азии, Ближнего Востока, Северной и Центральной Африки, а в России – Сибири и Дальнего востока (рисунок 5.1).



Рисунок 5.1. Карта покрытия системы *Thuraya* после ввода в эксплуатацию КА *Thuraya-2*.

Проект системы был разработан компанией «Boeing Satellite Systems». Эта же компания имела контракт на изготовление двух КА Thuraya, создание центра управления системой, изготовление 235000 абонентских терминалов и страхование всего проекта. Архитектура системы Thuraya показана на рисунке 5.2 и традиционно для систем спутниковой связи включает в себя три сегмента: спутниковый, наземный и абонентский.

Организация связи в системе Thuraya

Система спутниковой связи Thuraya управляется с центральной земной станцией, называемой первичной станцией сопряжения (PGW – Primary Gateway).

Абонентские и фидерные линии работают в тех же диапазонах частот, что и в системе Inmarsat. В L-диапазоне (полоса частот 24 МГц) организуется работа абонентских линий, а в С-диапазоне обеспечивается связь станций сопряжения с КА с помощью фидерных линий (таблица 5.1). Ретранслятор С-диапазона используется для связи абонентов системы Thuraya с абонентами наземных телефонных сетей общего пользования. Схема организации связи в ССПС Thuraya представлена на рисунке 5.3.

Таблица 5.1

Диапазоны частот системы Thuraya

Направление	Тип линии связи	
	Абонентская (L-диапазон)	Фидерная (С-диапазон)
«Земля – КА»	1626,5-1660,5 МГц	6425-6725 МГц
«КА – Земля»	1525-1559 МГц	3400-3625 МГц

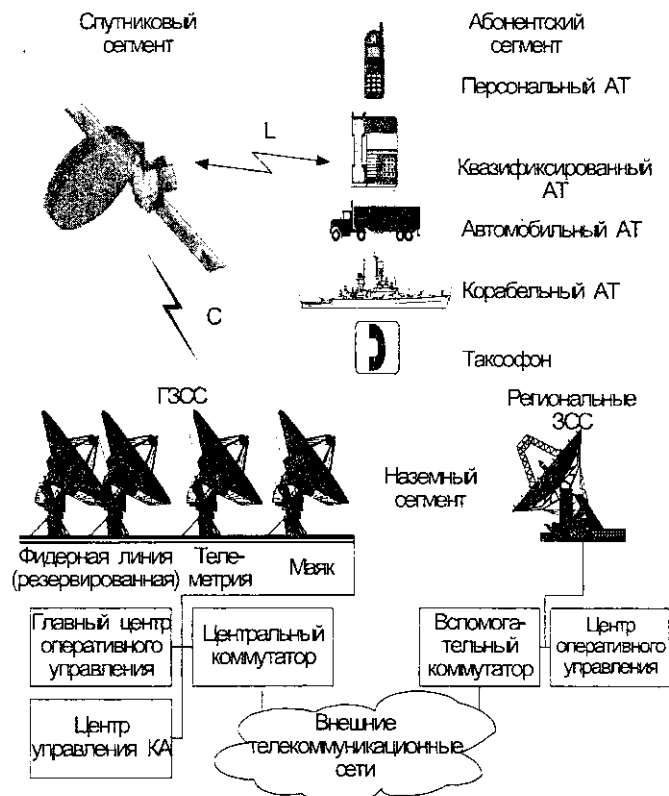


Рисунок 5.2. Архитектура системы Thuraya.

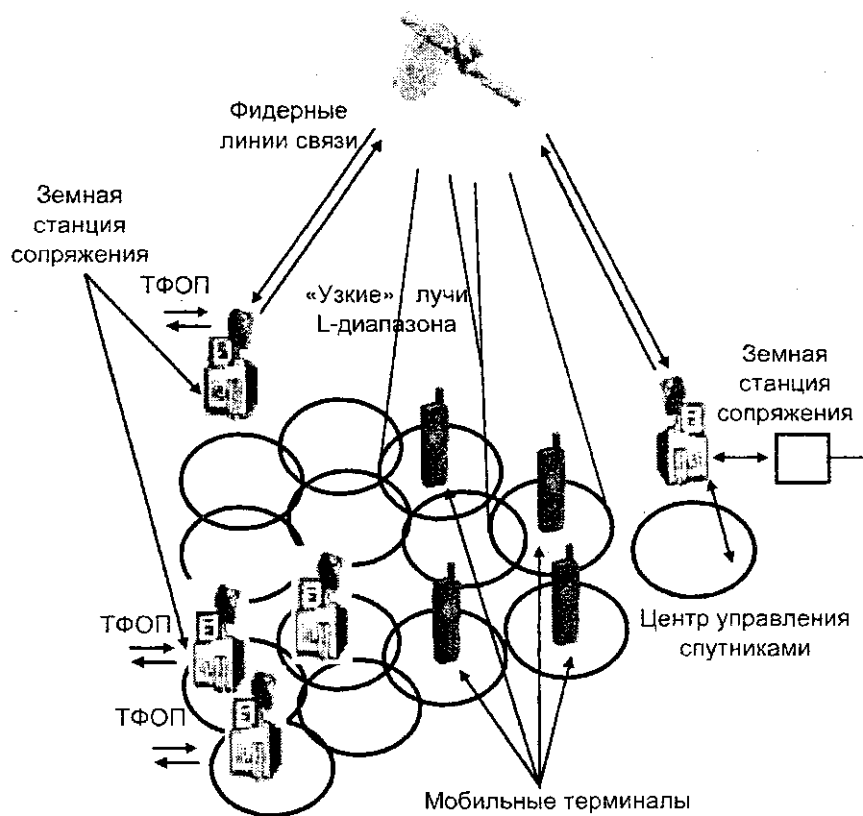


Рисунок 5.3. Организация связи в спутниковой системе связи *Thuraya*.

Наземный сегмент системы *Thuraya* осуществляет общее управление КА и наземной сетью и включает в себя Главную станцию сопряжения и региональные станции сопряжения. Главная станция сопряжения расположена в г. Шарджа (ОАЭ) и отвечает за функционирование системы в целом. Функционально она состоит из Центра управления и собственно станции сопряжения.

Станции сопряжения обеспечивают подключение к наземным телефонным сетям общего пользования в данном регионе. Станции сопряжения в регионах строятся в соответствии с развитием системы. Национальные и другие региональные земные станции сопряжения (до 50 станций) предполагается развертывать по мере необходимости, их число ограничено в связи с высокой стоимостью, включающей в себя затраты на сопряжение с центром управления (ЦУ) и ГЗСС.

Российский оператор системы *Thuraya* ЗАО «ТМ-Sat» находится в Москве и начал предоставлять услуги связи. В задачи ЗАО «ТМ-Sat» входит продажа оборудования и предоставление услуг. В 2005 г. завершено развертывание российской станции сопряжения и создание национального сегмента сети *Thuraya*. Станция вводилась в строй в два этапа: в 2004 г. – наземная часть станции (коммутатор TC-9 в Москве), а в 2005 г. – космический сегмент станции (оборудование Hughes Network Systems в г. Дубне).

Предоставление услуг системы в каждой стране осуществляется на основе двусторонних соглашений с национальными сервис-провайдерами.

Номинальная пропускная способность сети составляет до 13750 спутниковых трафик-каналов (ТК), что позволяет с учетом скажкости работы абонентов развернуть сеть номинальной емкостью до 1,75 млн. абонентов, генерирующих стандартный трафик в виде передачи речи, данных или факсимиле со скоростями 2,4; 4,8 и 9,6 кбит/с.

С 2003 г. в ССППС *Thuraya* начато предоставление услуги высокоскоростной передачи данных GPRS, для чего в стандарт GMR-1 был внесен целый ряд дополнений, а сама услуга

получила наименование GMPRS (GEO-Mobile Packet Radio Service). Для переноса GMPRS-трафика в узком луче могут быть задействованы один или несколько физических каналов (ФК), перераспределение которых между услугами в режимах коммутации каналов и GMPRS осуществляется динамически в зависимости от потребности в них.

Набор спецификаций, называемый Geo Mobile Radio-1 (GMR-1) и разработанный для ССППС Thuraya, рассчитан на использование нового поколения КА Супер-GEO. В созданных на основе этих спецификаций системах используются малогабаритные двухрежимные (GSM/GMR) терминалы, позволяющие осуществлять роуминг между наземными GSM-сетями и спутниковыми сетями, исходя из предпочтений пользователя или географического покрытия спутниковых сетей.

То обстоятельство, что радиointерфейс GMR-1 основан на стандарте GSM, позволяет предоставлять пользователям богатый набор GSM-услуг и строить согласованный человеко-машинный интерфейс для двухрежимных GSM/GMR-терминалов. При этом поддерживается SIM-роуминг между зонами охвата GSM-сетей спутниковых сетей и всех других систем, поддерживающих стандарт GSM. Кроме того, это позволяет использовать будущие усовершенствования услуг и свойств GSM, включая передачу пакетных данных, а также многие компоненты стандарта GSM, в том числе:

- протоколы обслуживания вызовов и управления мобильностью, а также SMS и дополнительные услуги, которые упрощают интеграцию системы;
- готовые элементы инфраструктуры GSM-сетей;
- существующие GSM-протоколы мобильного доступа (MAP) и радиointерфейсы между радиооборудованием и MSC;
- принятые в GSM алгоритмы аутентификации пользователя, обеспечения конфиденциальности и управления ключами.

Стандарты GMR-1 поддерживают все услуги системы GSM фазы 2. Однако интерфейс этой системы имеет ряд важных особенностей, оптимизирующих его применительно к специфике спутникового канала. Так, в нем предусмотрены некоторые уникальные услуги и возможности, важные для спутниковой системы, такие, как:

- возможность соединения «АТ – АТ» через один КА с обеспечением конфиденциальности за счет системы шифрования, как в стандарте GSM;
- оптимальная маршрутизация к наилучшему шлюзу с использованием сведений о местоположении пользователя, поставщике услуг связи и номере вызываемого абонента.
- определение местоположения;
- переход к услугам GPRS или UMTS с коммутацией пакетов.

В спецификации GMR-1 введен также ряд методов повышения эффективности речевого канала, в том числе улучшенная модуляция и улучшенный речевой кодек с малой скоростью передачи. Так, стандарт GSM поддерживает 8 полноскоростных речевых каналов на каждые 200 кГц (40 таких каналов на 1 МГц), в то время как стандарт GMR-1 – 256 речевых каналов на 1 МГц.

Система GMR-1 обеспечивает быстрое определение местоположения, как собственными средствами, так и на основе системы GPS, возможности которой сокращают время определения местоположения с 90 до 5 с и менее. Мобильные телефоны производства компаний «Hughes» и «Ascom» имеют в своем составе GPS-приемник. Широковещательный канал управления GPS (GPS Broadcast Control Channel, GBCH) обеспечивает более быстрый доступ к спутниковым параметрам системы GPS.

В силу того, что КА является точечным источником всех узких лучей мобильной связи,

все управляющие каналы синхронизированы, что имеет большое значение для выбора и переключения узких лучей. Малое время переключения каналов GMR-1 обеспечивается именно тем, что они всегда синхронны.

Поскольку архитектура протоколов GMR-1 тесно привязана к GSM, усовершенствования протоколов GSM могут использоваться в GMR-1. Важнейшим этапом эволюции GSM является включение в этот стандарт услуг пакетной коммутации на основе протоколов GPRS, EGPRS и протоколов 3-го поколения. Эволюция системы GMR-1 позволит повысить скорость передачи данных до 144 кбит/с на первом этапе и до 432 кбит/с в дальнейшем

Состав региональной спутниковой системы персональной связи *Thuraya*

Традиционно для систем спутниковой связи ССППС *Thuraya* включает в себя три сегмента: спутниковый, наземный и абонентский.

Космический сегмент

Собственно КА *Thuraya* (рисунок 5.4) разработан американской фирмой «Хьюз» (отделение «Space and Communications International») с использованием платформы типа HS-GEM (Hughes Geomobile), стабилизируемой по трем осям. КА оснащен крупногабаритными панелями солнечных батарей (длина – около 35 м) и антенной системой.

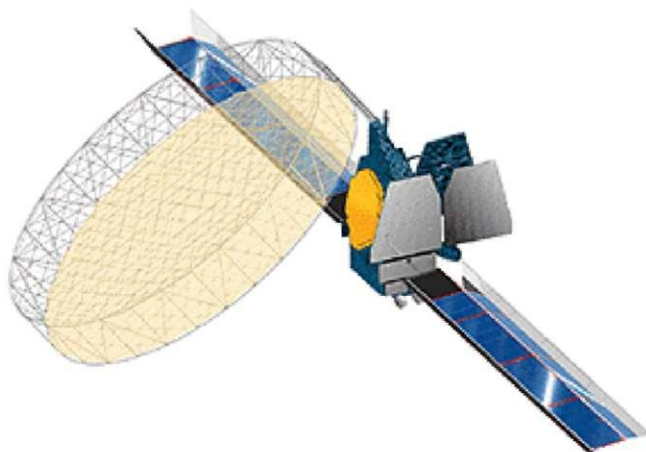


Рисунок 5.4. Внешний вид КА типа *Thuraya*.

Габариты КА на орбите следующие:

- размах солнечных батарей – 34,5 м;
- ширина по антеннам – 17 м;
- масса – 3201 кг при стартовой массе КА 5108 кг.

Расчетный срок активного существования КА – 12 лет.

В передатчике С-диапазона используются две рабочих и две резервных лампы бегущей волны мощностью 125 Вт каждая. Передатчик L-диапазона включает в себя 128 твердотельных усилителей мощностью 17 Вт каждый. В антенне С-диапазона используются рефлектор переменной кривизны диаметром 1,26 м и облучатели с двойной поляризацией.

Антенна L-диапазона, обеспечивающая связь между абонентами, представляет собой специальную конструкцию, которая ранее не использовалась на борту КА. Ее сетчатый рефлектор имеет размеры 12×15,6 м, а облучатель выполнен в виде решетки из 128 отдельных диполей, каждый из которых заключен в чашеобразный отражатель.

Цифровой бортовой процессор КА управляет распределением излучаемой мощности

между отдельными лучами уникальной антенны. Этот процессор также может изменять количество лучей (до 300 лучей) и их форму (минимальная ширина луча – $0,7^\circ$), что определяется интенсивностью трафика, обеспечиваемого тем или иным лучом в данный момент времени. Бортовой процессор также контролирует использование отдельных частот L-диапазона в каждом из лучей, делая невозможным работу на одной и той же частоте в соприкасающихся лучах. Благодаря этому обеспечивается многократное использование выделенного спектра частот. В системе можно сосредоточить до 20% общей излучаемой мощности в одном луче. Высокая спектральная эффективность системы достигается за счет 30-кратного повторного использования рабочих частот.

Бортовой ретранслятор КА Thurgaа способен организовать прямую связь между мобильными абонентами, работающими через разные лучи. Это очень важно, так как позволяет избежать «двойного скачка» (сброса группового потока вниз, перекоммутации на наземных станциях сопряжения и возврата на борт КА). Связь мобильных абонентов с абонентами сетей общего пользования осуществляется в режиме ретрансляции bent-pipe, т.е. вся информация обрабатывается на Земле.

Создание целевой полезной нагрузки для КА Thurgaа стало одним из наиболее сложных и всеобъемлющих проектов, когда-либо выполненных компанией-разработчиком. На корпусе этого КА установлены солнечные панели новой конструкции. На них под определенным углом друг к другу установлены отражатели солнечного света для большей концентрации солнечного излучения на панелях. Кроме того, солнечные панели на КА Thurgaа изготовлены из арсенида галлия и являются наиболее эффективными. Коэффициент полезного действия равен почти 25%. Мощность солнечной батареи в начале срока эксплуатации составляет 13 кВт, в конце срока – 11 кВт. Емкость буферной аккумуляторной батареи – 250 А.

Бортовой комплекс КА включает в свой состав ретрансляторы L- и S-диапазона и бортовой процессор. Ретранслятор L-диапазона используется для обеспечения связи абонентов системы друг с другом в диапазоне частот 1625,5 – 1660,5 МГц по линии «вверх» и 1525 – 1559 МГц по линии «вниз». Пропускная способность сети – около 13750 телефонных каналов. Бортовой процессор КА Thurgaа по своей вычислительной мощности превосходит кластер из 3000 персональных компьютеров на базе Pentium III.

Частотный ресурс в L-диапазоне ($W_{TH} = 34$ МГц) используется с первой модификацией стандарта GSM для GEO-орбиты GMR-1 и содержит $n_f = 1088$ несущих узкополосных каналов МДЧР с $\Delta f_i = 31,25$ кГц. На каждой несущей организуется по $n_t = 2 - 4$ низкоскоростных МДВР-канала, в результате чего частотный кластер включает $n_{TH} = n_f n_t = 3000...4000$ каналов. Кластер многократно повторяется в режиме МДПР по апертуре МЛА, которая имеет $N_{TH} = 128$ антенных элементов.

Групповой сигнал луча включает в себя до двух – трех пучков по пять несущих в пучке, т.е. до 12 – 15 несущих в луче, который обслуживает абонентов соответствующей территории. Общая канальная емкость КА Thurgaа составляет сотни ТК, а абонентская емкость превышает 2 млн. пользователей.

Таким образом, меньшая по размерам топология спутниковой ССГТПС достигается за счет огромной емкости каждого КА-ретранслятора и использования на нем МЛА, обеспечивающих не только частотное, но и пространственное разделение каналов для получения огромного канального ресурса.

Для дальнейшего повышения энергетики радиолинии в L- и S-диапазоне из-за значительного увеличения высоты орбиты КА и наклонной дальности ($\sim 40\ 000$ км) приходится применять гексагональные ФАР и МЛА с дополнительным фокусированием лучей большими рефлекторами с диаметром раскрыва 12 м и более. При этом механизм формирования лучей в МЛА остается таким же. Использование гексагональных структур с большим числом колец ($n_k > 7...9$) обусловлено необходимостью иметь большое число лучей МЛА ($N_{TH} \geq 140...200$).

Большое число лучей позволяет посредством активизации антенных элементов конфигурировать форму пятна покрытия земной поверхности. При необходимости контуры этого пятна могут быть изменены. Так, с началом обслуживания России на КА Thurgaа была расширена зона обслуживания на восток (за Урал до Новосибирска). Огромный рефлектор используется в неоптимальном многофокусном режиме при невысоком КПД ($\eta \approx 0,5$), увеличивая усиление в каждом луче. Достижимые значения ширины лепестка луча составляют $1,5 - 3^\circ$, а получаемое усиление сигнала в луче достигает величины $GA = (2...3) \times 10^3 = 33...36$ дБ.

Для сравнения следует отметить, что использование зеркала диаметром $D = 12$ м в однолучевом режиме позволяет достичь следующих значений параметров направленности:

– на частоте передачи $f = 1,55$ ГГц ($\lambda = 19,35$ см) при $\eta = 0,7 - \gamma/2 = 70\lambda/D = 1,1^\circ$

$G = \pi\eta D^2/12 = 8800 = 39,4$ дБ;

– на частоте приема $f = 1,65$ ГГц ($\lambda = 18,18$ см) при $\eta = 0,6 - \gamma/2 = 1,05^\circ$

$G = 8400 = 39,2$ дБ.

В заключение следует отметить, что МЛА (ФАР) монтируются непосредственно на внешней (наружной) части конструкции КА-ретранслятора и имеют значительные размеры. Эти размеры определяются расстоянием между антенными элементами ФАР $d_{l,s}$, длиной волны λ и числом колец (в гексагональной) или рядов (в плоской) ФАР $n_{k,l,s}$. Примерный линейный размер конструкции ФАР составляет величину $L = d_{l,s} n_{k,l,s} = 0,45\lambda n_{k,l,s}$ и достигает для рассмотренных ФАР $L \approx 0,5...1$ м и более.

Наземный сегмент

Наземный сегмент системы Thurgaа осуществляет общее управление КА и наземной сетью и включает в себя Главную станцию и региональные станции сопряжения. Наземный сегмент включает в себя Центр управления КА и базовую станцию сопряжения с наземными сетями, расположенными в г. Шарджа (ОАЭ).

Система спутниковой связи Thurgaа управляется с центральной земной станцией, называемой первичной станцией сопряжения (PGW – Primary Gateway) и расположенной в г. Шарджа (ОАЭ). В ее состав входят несколько специализированных земных станций с вынесенными антенными постами. Центр управления и контроля работоспособности КА обеспечивает обработку телеметрической информации, поступающей с КА по фидерным линиям в С - диапазоне, и отслеживает правильность функционирования всех подсистем. Шлюзовые станции осуществляют связь с КА на частотах С-диапазона: 6425 – 6725 МГц по линии «вверх» и 3400 – 3625 МГц по линии «вниз».

Для оценивания характеристик распространения сигналов в L-диапазоне по линии «вверх» в состав первичной станции сопряжения введена земная станция-радиомаяк UBS (Uplink Beacon Station).

Абонентские терминалы. Производителями портативного терминального оборудования выступают компании «Ascom» (Швейцария), выпускающая телефон Ascom-21 и «Hughes Network System» (США), производящая аппарат HNS-7100. Абонентское оборудование, предлагаемое пользователям, прошло установленную процедуру сертификации, и все телефоны системы Thurgaа соответствуют международным стандартам по безопасности электромагнитных излучений. С учетом потребностей рынка будут выпущены три типа абонентского оборудования:

- ручные портативные терминалы;
- мобильные терминалы для установки на транспортные средства;
- стационарные терминалы для обеспечения связью удаленных районов, в которых

отсутствует обычная фиксированная связь.

Ручные и мобильные терминалы разработаны для работы в двух режимах: в режиме сотовой связи стандарта GSM и в режиме спутниковой связи через КА Thuraya. Кроме того, эти терминалы обеспечивают определение своего местоположения за счет использования сигналов системы GPS Navstar.

Мобильный терминал представляет собой комплект, состоящий из ручного портативного терминала, базы, устанавливаемой стационарно на транспортное средство, и выносной антенны.

В двухрежимных телефонах системы Thuraya используется стандартный модуль идентификации абонента (sim-карта) и единый для двух режимов номер телефона, что позволяет соединиться с пользователем независимо от того, в каком режиме он находится – спутниковом или GSM. Вне зоны охвата спутниковой системы эти телефоны могут использоваться также для роуминга по всему миру в режиме GSM.

Абоненты системы Thuraya могут пользоваться традиционными услугами наземных GSM-сетей (передача данных, SMS-сообщений) и автоматически переключаться в спутниковый режим при нахождении на территориях, где отсутствует сотовая связь. В свою очередь, при выезде из зоны покрытия сети Thuraya абоненты могут пользоваться роумингом в сотовых сетях стандарта GSM. Основные характеристики терминалов Thuraya приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Характеристики АТ Thuraya

Параметры терминала	Значение параметра
Метод доступа к КА	FDMA/TDMA
Скорость передачи в радиоканале, кбит/с	46,8
Число интервалов в кадре	8
Вид модуляции	$\pi/4$ DQPSK
Полоса пропускания канала, кГц	27,7
Скорость передачи данных, кбит/с	2,4; 4,8 и 9,6
Максимальная излучаемая мощность, Вт	2
Стоимость терминала, долл.	до 1500

Портативные АТ (рисунок 5.5) по своим параметрам близки к наиболее мощным АТ системы GSM: масса – 200 – 300 г, мощность – до 2 Вт, номинальная мощность – 0,66 Вт, предоставляемые услуги в рамках стандарта GSM, в том числе короткие сообщения и позиционирование по встроенному приемнику спутниковой радионавигационной системы GPS Navstar с точностью до 100 м.



Рисунок 5.5. Внешний вид АТ «Ascom» и «Hughes» *Thuraya*.

Абоненты системы Thuraya могут пользоваться традиционными услугами наземных GSM-сетей (передача данных, SMS-сообщений) и автоматически переключаться в спутниковый режим при нахождении на территориях, где отсутствует сотовая связь. В свою очередь, при выезде из зоны покрытия сети Thuraya абоненты могут пользоваться роумингом в сотовых сетях стандарта GSM.

Контрольные вопросы и задания

1. В чем назначение системы связи Thuraya? Приведите ее общую характеристику.
2. Как устроена организация связи в системе Thuraya?
3. Поясните состав региональной спутниковой системы персональной связи Thuraya.
4. Дайте общую характеристику космического сегмента.
5. Дайте характеристику наземного, абонентского сегмента системы Thuraya.
6. Опишите характеристики абонентского терминала.

6. Система персональной спутниковой подвижной связи «ГОНЕЦ-Д1М»

«Гонец-Д1М» - Российская многофункциональная система персональной спутниковой связи (МСПСС), построенная на базе низкоорбитальных космических аппаратов, создается по Государственному заказу в рамках Федеральной космической программы 2006-2015 гг. Главным разработчиком является АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева.

Назначение системы:

- обмен сообщениями между абонентами системы в глобальном масштабе;
- передача данных о местоположении объектов, полученных с использованием системы ГЛОНАСС;
- обмен сообщениями между абонентами системы и абонентами внешних систем в глобальном масштабе;
- циркулярная передача сообщений группе пользователей;

- передача телеметрической (датчиковой) информации контролируемых объектов в центры мониторинга;
- телефонная связь в подспутниковой зоне КА.

Работы по программе «Гонец» в порядке конверсии на основе спецсвязи были начаты в 1991 году. 13 июля 1992 года запуском двух КА «Гонец-Д» и развертыванием сети абонентских наземных станций впервые в мире был создан прототип системы связи на низколетящих КА.

Первый этап системы «Гонец-Д1» - низкоорбитальная система персональной спутниковой связи (НСПСС) типа «электронная почта» создавался по заказу Росавиакосмоса, начиная с 1994 года. Система связи и передачи данных в составе 6 КА «Гонец –Д1» (рисунок 1), работающих в диапазоне частот 200-300 МГц обеспечивала обслуживание до 1000 абонентов, снабженных малогабаритными терминалами, связью типа «электронная почта на территории России, государств СНГ и зарубежных стран.». Стартовая масса КА - 225 кг, мощность СЭП 50 Вт. В настоящее время в связи с естественной деградацией КА (эксплуатация более 10 лет при плановом сроке активного функционирования до 1,5 лет) количество пользователей существенно уменьшилось, а часть КА выведена из состава системы.

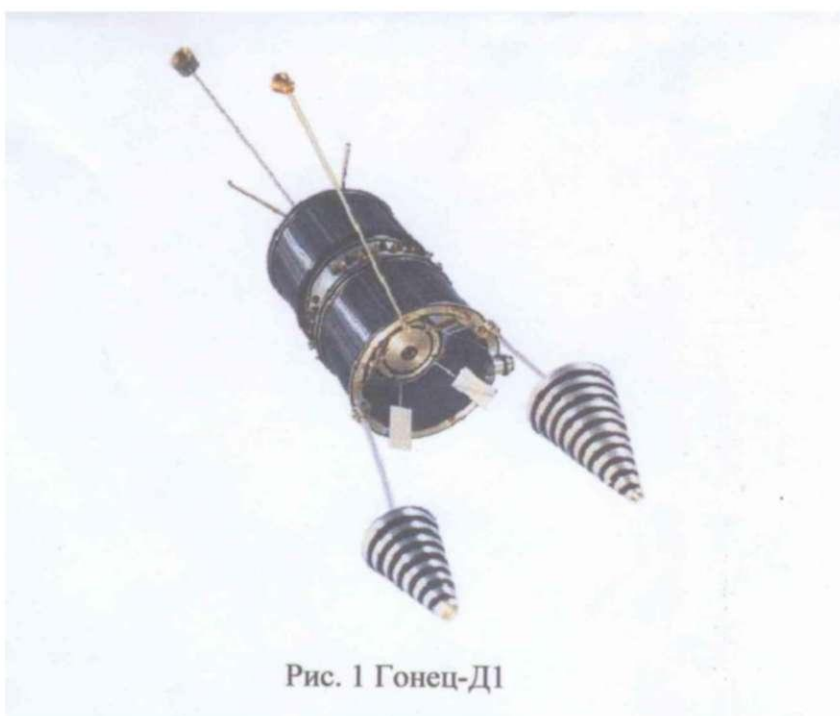


Рис. 1 Гонец-Д1

В 1996 году был сдан в опытную эксплуатацию Центр управления связью, в 1997 г. – Центральная региональная станция (ЦРС-1) в г. Москве и региональная станция (РС-1) в г. Железногорске Красноярского края.

С 2001 года ведутся работы по созданию системы второго этапа - многофункциональной системы персональной спутниковой связи (МСПСС) «Гонец-Д1М». Система создана по заказу государственной корпорации Роскосмос в рамках Федеральной космической программы 2006-2015 гг. с использованием КА «Гонец-М» (рис. 2). В конце 2015 года завершено формирование орбитальной группировки (ОГ) штатного состава из 12 КА «Гонец-М» (по 3 КА в четырех плоскостях). Спутники системы, двигаясь по околополярным орбитам (период обращения вокруг Земли около 114 минут), обеспечивают покрытие 100% поверхности Земного шара. Сеанс связи с абонентом осуществляется в подспутниковой зоне КА, диаметр которой составляет около 5000 км.



Рис.2. КА «Гонец-М»



Космический аппарат «Гонец-М» разработки и производства АО «ИСС» предназначен для организации связи и передачи данных, в том числе «электронной почты» с регистрацией сообщений в бортовом запоминающем устройстве, хранением и последующей передачей пользователю. Также обеспечивает связь для абонентов, находящихся в общей зоне радиовидимости, передачу телексных и факсимильных сообщений, передачу сообщений о местоположении абонентских терминалов с помощью GPS/ГЛОНАСС. Кроме того, в его функции входит автоматизированный сбор данных с различного типа датчиков охранной и пожарной сигнализации, экологических датчиков и т.п.

Спутники «Гонец-М» выводятся на низкую круговую околоземную орбиту высотой 1500 км. Стартовая масса КА 280 кг, срок активного существования – 5 лет, мощность СЭП – 100 Вт.

Третий этап формирования МСПСС «Гонец-Д1М» основан на создании ОГ с КА «Гонец-М1» и КА «Гонец-М». Тип орбиты – круговая приполярная; высота – 1350-1500 км; наклонение орбиты – 82,50; количество плоскостей – 4; количество КА в плоскости 6. Масса КА «Гонец-М1» - 330 кг.

Назначение КА «Гонец-М1»:

- обеспечение потребителей высокоинформативной, помехозащищенной, конфиденциальной и непрерывной спутниковой связью;
- мониторинг земной и водной поверхности в реальном масштабе времени;
- обеспечение приема и передачи данных о местоположении абонентов, получаемых ими с использованием сигналов ГЛОНАСС/GPS (точность не ниже 100/10 метров);
- обеспечение самоопределения абонентами местоположения с использованием сигналов ГМСПСС «Гонец-ДМ1» с точностью не ниже 1000 м.

Космические аппараты серии «Гонец-М1» (рис. 3,4) существенно отличаются от спутников предыдущего поколения «Гонец Д1» и «Гонец М». Они создаются на базе негерметичной платформы, срок их активного существования повысится до 10 лет. Масса КА не превысит 250 кг, что позволит выводить на орбиту одновременно по 4 спутника. Пропускная способность КА «Гонец-М1» по сравнению с КА «Гонец-М» увеличится в 20 раз.

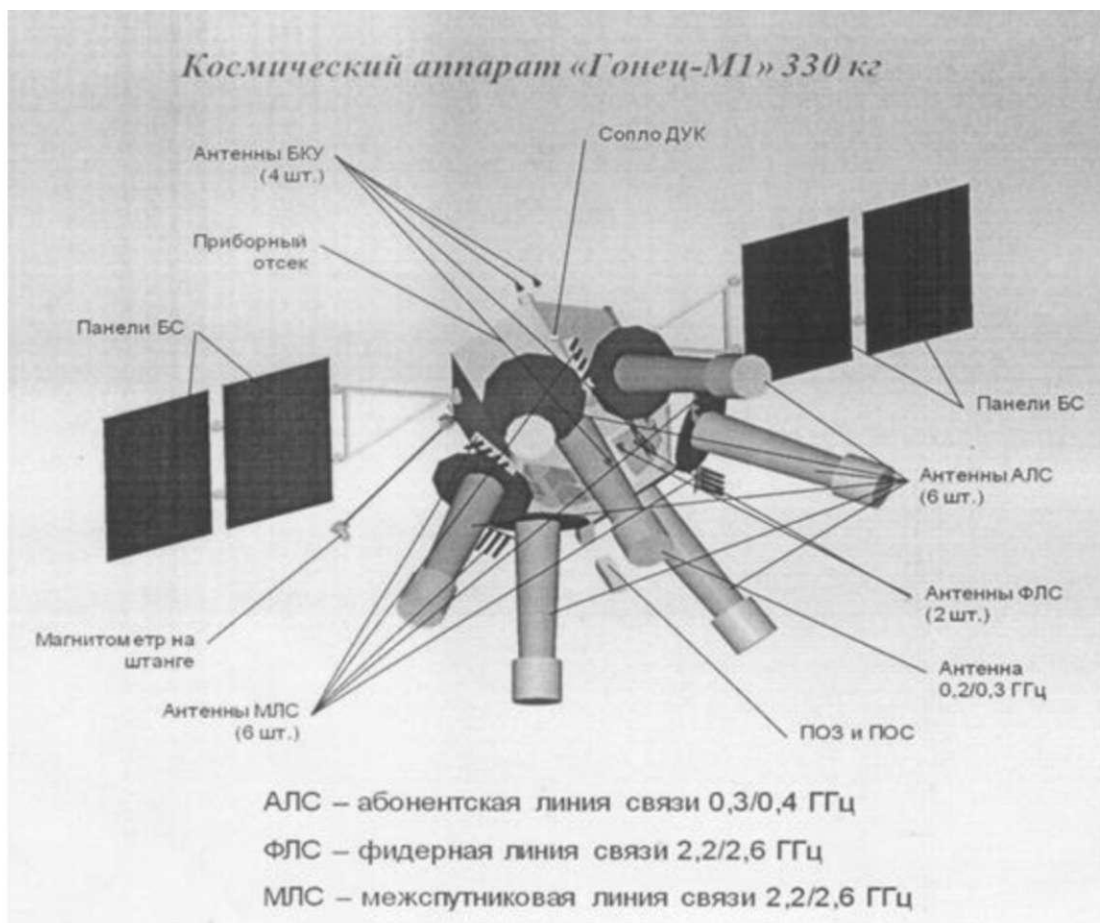


Рис.3. Космический аппарат «Гонец-М1»

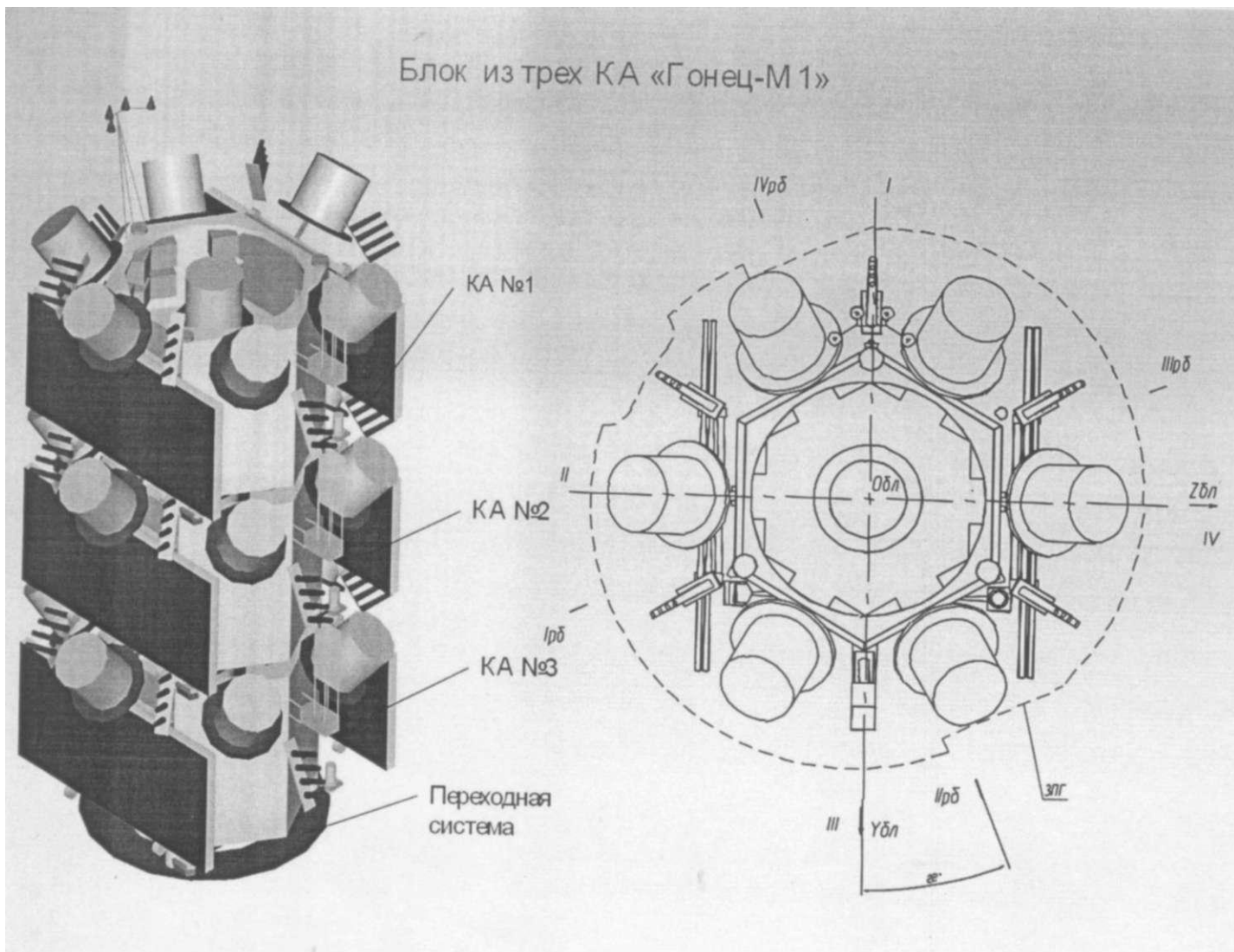


Рис. 4. Блок из трех КА «Гонец-М1»

Разработка КА «Гонец-М1» кардинально изменит функциональность низкоорбитальной спутниковой системы «Гонец-Д1М», позволив в режиме реального времени обеспечить услугами связи и передачи данных до 1 млн. абонентов по всему земному шару. Орбитальная группировка МСПСС «Гонец-Д1М» приведена на рис. 5,6,7.

Диаметр зоны радиовидимости каждой Региональной станции системы составляет около 5000 км, что позволяет обеспечить 100% покрытие территории России, включая территориальные воды и исключительную экономическую зону, а также большую часть территории Европы и Азии.

*Орбитальная группировка с КА «Гонец-М1» 330 кг
и КА «Гонец-М» с последующей заменой
на КА «Гонец-М1» 330 кг*

Тип орбиты	круговая, приполярная
Высота, км	1350-1500
Наклонение, град.	82,5
Количество плоскостей	4
Количество КА в плоскости	6



Рис. 5. Орбитальная группировка МСПСС «Гонец-Д1М»

Таблица 1

Сравнительные характеристики КА МСПСС «Гонец-Д1М»

Характеристики	КА «Гонец-М»	КА «Гонец-М1»
Характеристики орбитальной группировки		
Общее количество КА	12	24
Количество плоскостей	4	4
Количество КА в плоскости	3	6
САС, лет	5	10
ВБР	0,75	0,835
Диапазон частот, ГГц/ Число каналов / Скорость передачи данных, кбит/с (АТ/РС)		
«Земля» ≥ КА	0,20,3/1/2,4-9,6; 0,3-0,4/1,3/2,4-9,6	0,2-0,3/1/2,4 0,3-0,4/48/64 (АТ); 2,2-2,6/1/1024 (РС)
КА ≥ «Земля»	0,2-0,3/1/2,4-64; 0,3-0,4/1/2,4-64	0,2-0,3/1/2,4 0,3-0,4/2/256 (АТ); 2,2-2,6/1/1024 (РС)

КА ≥ КА	-	2,2-2,6/1/64
ТФЛ-каналы в ЗРВ	1	50
Пропускная способность КА, Мбит/сутки	270	5000
Время ожидания сеанса связи: для территории РФ (среднее), мин	6	0 (с вероятностью 0,9)
Время доставки информации в глобальном масштабе, мин	Не более 120	0 (при использовании РС)
Энергопотребление БРТК в сеансе связи, Вт	300 (10 мин на витке)	400 (40 мин на витке)
Масса КА, кг	280	330
Средства выведения	РКН «Рокот» (по 3 КА в блоке)	РКН «Рокот» (по 3 КА в блоке)

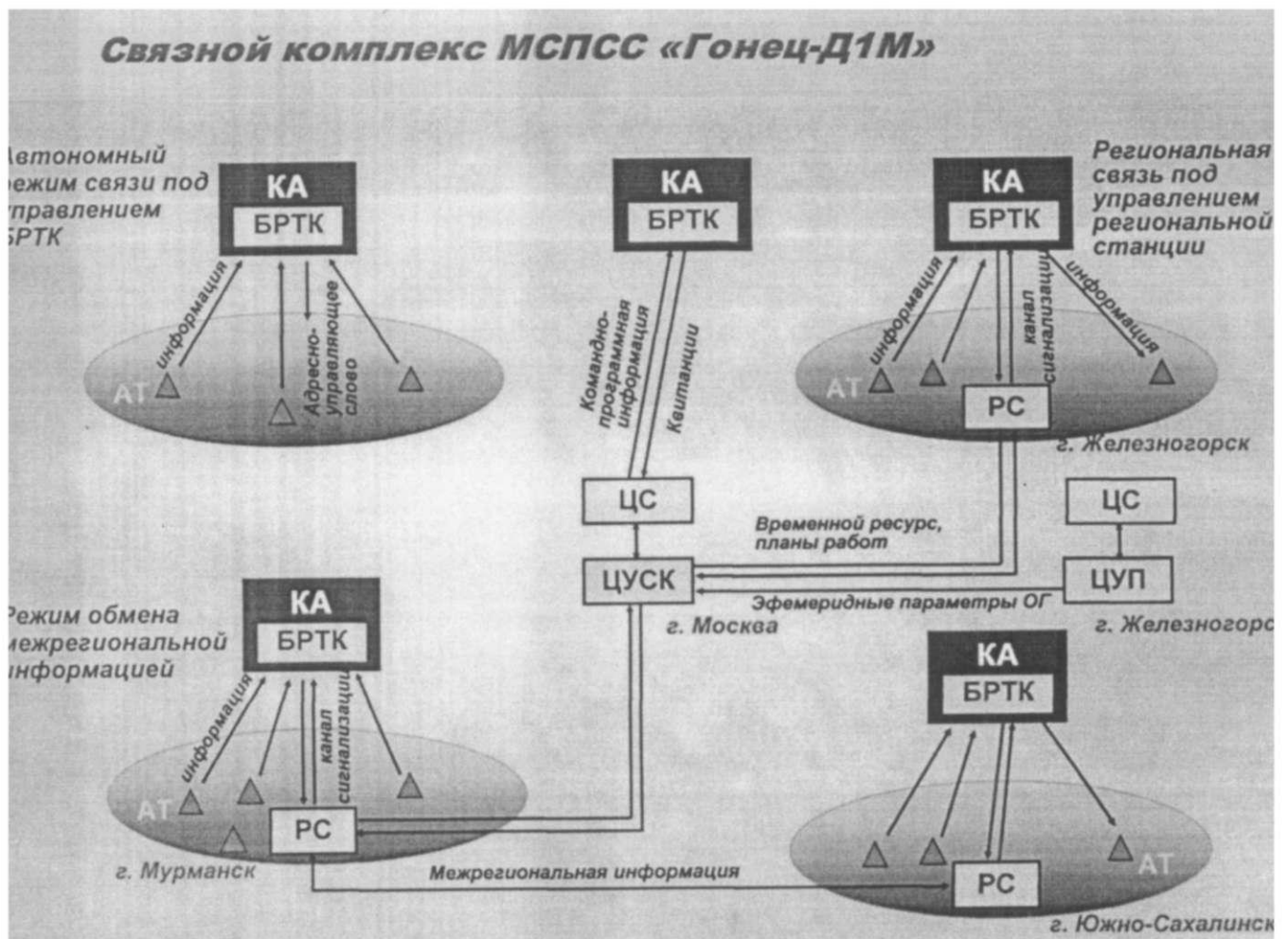


Рис. 6. Связной комплекс МСПСС «Гонец-Д1М»

Зоны радиовидимости и региональных станций МСПСС «Гонец-Д1М»



Рис.7. Зоны радиовидимости региональных МСПСС «Гонец-Д1М»

Контрольные вопросы и задания

1. История развития спутниковой подвижной радиосвязи.
2. Назовите основные региональные мобильные спутниковые системы связи и их особенности.
3. Состав и основные технические характеристики МСПСС «Гонец-Д1».
4. Состав и основные технические характеристики МСПСС «Гонец-М».
5. Состав и основные технические характеристики МСПСС «Гонец-М1».
6. Каковы особенности энергетики спутниковых радиолиний МСПСС.
7. Узкополосные системы мобильной спутниковой связи.