

УДК 621.396.946

© Г. Н. Мальцев¹, М. И. Калинов², В. А. Родионов², 2014

¹Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургское отделение Секции прикладных проблем при Президиуме РАН
cesavo@mail.ru

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Проведен анализ возможностей использования в высокоширотных районах высокоорбитальных и низкоорбитальных систем спутниковой связи. Рассмотрены отечественные системы спутниковой связи «Ямал» и «Гонец». Показано, что при наличии известных ограничений использования в высокоширотных районах система «Ямал» на основе геостационарных спутников-ретрансляторов может быть использована для оперативной связи в районах Крайнего Севера и прибрежной арктической зоне. Система «Гонец» на основе низкоорбитальных спутников-ретрансляторов обеспечивает оперативную связь на ограниченных дальностях и неоперативную связь в режиме «электронной почты» во всей высокоширотной зоне.

Ключевые слова: система спутниковой связи, спутник-ретранслятор, зона обслуживания, высокие широты.

Системы спутниковой связи являются неотъемлемой составной частью современной глобальной информационной инфраструктуры [1]. Они охватывают практически все существующие службы связи, интегрированы с другими системами связи и передачи данных, и этот процесс интеграции непрерывно развивается. Спутниковая связь, в свою очередь, является одной из наиболее стабильных областей применения космических средств. При этом функциональные возможности систем спутниковой связи соединяются в настоящее время с тенденцией «приближения» абонентов к спутниковым каналам. Это проявляется в развитии сетевых технологий, ориентированных непосредственно на обеспечение связью конкретных абонентов и предоставление им базовых (универсальных) услуг связи [2, 3]. Здесь сетевые технологии понимаются в широком смысле — как совокупность стандартизованных методов и технических решений передачи информации в телекоммуникационных сетях.

Использование спутниковой связи является наиболее эффективным и, по сути, единственным путем обеспечения телекоммуникационными услугами и оперативной связью значительных территорий и объектов (абонентов), находящихся в труднодоступных районах и в плавании в акватории мирового океана. В условиях России, имеющей обширную и протяженную территорию, это имеет особо важное значение. К настоящему времени технологии и системы спутниковой связи различного назначения получили достаточное развитие, и большая часть акватории мирового океана покрывается их зонами обслуживания [4, 5]. Однако остается острой проблема обеспечения спутниковой связью объектов (абонентов) в арктической зоне, поскольку существуют ограничения использования в высоких широтах наиболее распространенных в настоящее время систем спутниковой связи на основе геостационарных спутников-ретрансляторов (СР).

Можно выделить два основных класса систем спутниковых связи — на основе высокоорбитальных и низкоорбитальных СР [3, 4]. На основе высокоорбитальных СР построено большинство существующих систем спутниковой связи. С высоты геостацио-

нарной (круговая экваториальная орбита с высотой 35 875 км) и высокоэллиптических (вытянутые эллиптические орбиты с высотой апогея 40 000 км и перигея около 500 км, наклонение 63°) орбит имеется возможность с помощью одного СР обслуживать значительные территории и участки акватории Мирового океана. Системы спутниковой связи на основе низкоорбитальных СР также получили к настоящему времени достаточное развитие. В них используются СР на круговых орбитах высотой 500—2000 км с различными наклонениями, преимущественно полярные и околополярные.

Технология связи через высокоорбитальные СР хорошо отработана. В настоящее время большинство систем спутниковой связи построены на основе высокоорбитальных СР. В их состав обычно входит несколько СР, обеспечивающих формирование требуемой зоны обслуживания. Благодаря постоянному нахождению объектов в зоне обслуживания высокоорбитальных СР, с помощью таких систем возможно решение оперативных задач связи. Первоначально для связи через высокоорбитальные СР необходимо было использовать мощные наземные станции спутниковой связи. В дальнейшем достижения в области разработки наземной и бортовой аппаратуры спутниковой связи позволили реализовать связь абонентов через высокоорбитальные СР с помощью малогабаритных терминалов и даже портативных радиотелефонов.

В качестве основного типа терминалов спутниковой связи для наземных морских объектов, находящихся в высоких широтах, следует рассматривать станции спутниковой связи типа VSAT (от англ. Very Small Aperture Terminal — терминал со сверхмалой апертурой луча). Типовое системное решение по созданию инфраструктуры связи удаленного наземного объекта включает использование земной станции спутниковой связи типа VSAT и сети беспроводного доступа на территории объекта по технологии WiFi. Для большинства морских объектов, имеющих достаточную энергооборуженность и водоизмещение, также имеется возможность выбора станции типа VSAT, обеспечивающей требуемое качество связи. К земным станциям типа VSAT функционально близки широко используемые на морских и океанских судах терминалы спутниковой системы связи Inmarsat [6].

Трудность обслуживания высокоширотных районов земного шара является общеизвестным недостатком систем спутниковой связи на основе геостационарных СР [4, 7]. Однако береговая линия Севера России и часть арктической зоны входят в зоны обслуживания геостационарных СР в Северном полушарии. Поэтому при решении определенных задач в высоких широтах системы спутниковой связи на основе геостационарных СР могут быть использованы для организации связи с морскими и прибрежными объектами в арктической зоне. Этому способствует установка на современных СР узконаправленных перенацеливаемых антенн, формирующих лучи, направленные в конкретный регион (зону акватории), а также отклонение контурных лучей широконаправленных антенн СР на север от экватора.

Рассмотрим возможности использования в высоких широтах отечественной системы спутниковой связи «Ямал» на основе геостационарных СР. На СР системы «Ямал» используются бортовые ретрансляторы с полосой 72 МГц, что позволяет осуществлять передачу высокоскоростных потоков информации. Система представляет абонентам спутниковые каналы связи, услуги трансляции телевизионных программ и спутникового доступа в Интернет [8]. На рис. 1 показана зона обслуживания СР «Ямал-201» в С-диапазоне (4/6 ГГц), охватывающая районы Крайнего Севера и прибрежную арктическую зону. Каждый СР формирует в С-диапазоне два контурных луча: «северный» и «зональный». Первый тип луча обеспечивает обслуживание территории России, второй — региональный охват поверхности Земли, что обеспечивает возможность перераспределения ресурсов между лучами. В системе также используется Ku-диапазон (11/14 ГГц). СР, работающие в Ku-диапазоне, формируют три типа лучей: два фиксированных контурных луча («северный» и «южный») и узкий перенацеливаемый луч.

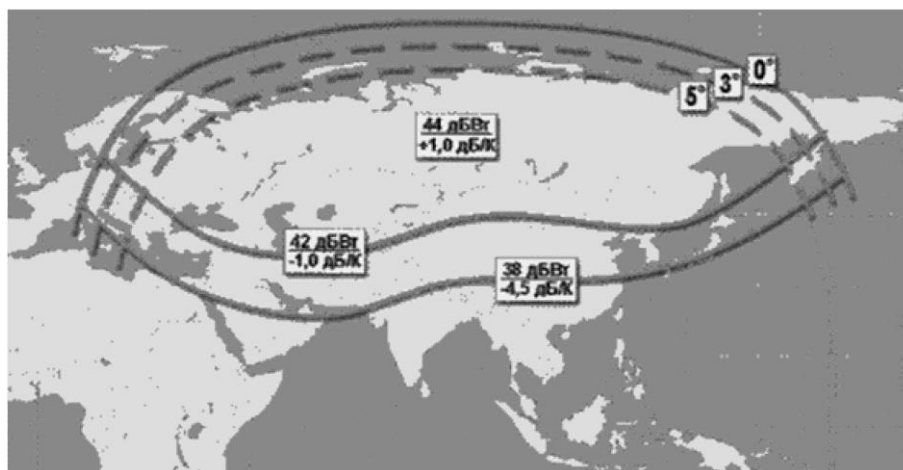


Рис. 1. Зона обслуживания СР «Ямал-201».

Системы связи на основе низкоорбитальных СР изначально развивались как специализированные системы связи, в том числе с морскими объектами. В большинстве таких систем используются околополярные орбиты СР, и зона обслуживания охватывает высокоширотные районы. При этом проявляется достоинство небольшой (по сравнению с системами спутниковой связи на основе высокоорбитальных СР) протяженности радиоканалов, что позволяет использовать маломощную и малогабаритную терминальную и ретрансляционную аппаратуру. Однако вследствие сравнительно небольших размеров текущих зон обслуживания низкоорбитальных СР для глобального охвата им земного шара необходимо использование до нескольких десятков СР, а решение оперативных задач связи оказывается возможно только при реализации многократной переретрансляции [9]. В отсутствие многократной переретрансляции существует ограничение на дальность оперативной связи, и на дальностях более нескольких тысяч километров оказывается возможна только неоперативная связь в режиме «электронной почты».

Рассмотрим функциональные возможности отечественной низкоорбитальной системы спутниковой связи «Гонец». СР системы «Гонец» выводятся на круговые околополярные орбиты высотой около 1500 км с наклоном 82,5°. При этом на дальностях до 5000 км обеспечивается связь между абонентами в режиме непосредственной ретрансляции, а на дальностях более 5000 км — связь в режиме «электронной почты» с временем доставки сообщений до нескольких часов. Ретрансляция осуществляется в Р-диапазоне (200/300 МГц). Система обеспечивает персональную связью абонентов, которые могут находиться практически в любой точке земного шара, в том числе в удаленных регионах со слаборазвитой инфраструктурой [10]. Система создается в два этапа. Реализованный к настоящему времени первый этап развития системы продемонстрировал ее востребованность для передачи данных в удаленных регионах России (Крайний Север, Сибирь, Дальний Восток), мониторинга объектов и природных ресурсов. При переходе ко второму этапу развития системы планируется увеличение числа СР в орбитальной группировке системы с 6 до 12 и модернизация СР с увеличением энерговооруженности, числа каналов ретрансляции и скорости передачи информации.

Услуги и области использования системы «Гонец» ориентированы, в основном, на региональное (групповое) обслуживание в режиме предоставления каналов связи по расписанию. Возможен съем информации с необслуживаемых терминалов (датчиков) с уведомлением получателя информации о местонахождении этого терминала, а также сопряжение каналов спутниковой связи с почтовыми службами локальных сетей и сети Интернет. Основной объем трафика составляют сообщения между пользователями, находящимися внутри определенного региона. Связью в регионе управляет региональная

станция, которая рассчитывает зоны обслуживания терминалов своего региона каждым СР и заказывает в центре управления системы необходимый ресурс. Центр управления распределяет общий ресурс системы между региональными станциями и составляет расписание их работы. В выделенное время региональная станция организует групповой сеанс связи. В одном регионе может располагаться одна или несколько региональных станций, которые обслуживают свои ведомственные сети. На рис. 2 показаны зоны обслуживания трех региональных станций системы «Гонец» в Москве, Красноярске и Южно-Сахалинске, зоны обслуживания которых охватывают высокоширотные районы Крайнего Севера и прибрежную арктическую зону.

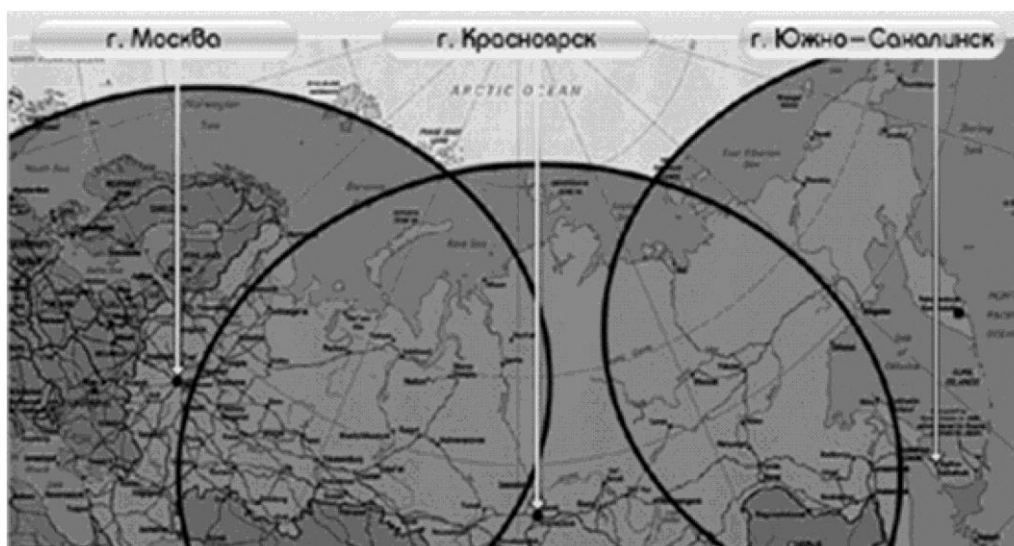


Рис. 2. Зоны обслуживания региональных станций системы «Гонец».

В системе предусмотрено использование различных типов абонентских терминалов, отличающихся функциональными возможностями и предназначенных для различных классов абонентов. Терминалы работают по жесткой программе, определенной при вводе терминала в систему. Количество терминалов в группе, одновременно работающих с СР, зависит от объема передаваемой информации и составляет до нескольких десятков. По принципу региональной связи может быть организована связь между морскими объектами (судами), при этом региональная станция этой сети может размещаться на берегу или на одном из судов. Следует отметить, что, уступая зарубежным низкоорбитальным системам по набору услуг связи, система «Гонец» успешно функционирует, занимая свой сектор обслуживания среди российских телекоммуникационных систем. Дальнейшее развитие системы позволит расширить спектр предоставляемых услуг связи и увеличить число обслуживаемых абонентов.

Таким образом, возможности рассмотренных систем спутниковой связи позволяют их использовать для организации связи с объектами (абонентами), находящимися в высоких широтах. Системы связи на основе высокоорбитальных СР позволяют обеспечить оперативную спутниковую связь на значительной территории в арктической зоне и в прибрежной акватории. При общем ограничении на использование в приполярных областях в определенных случаях для решения оперативных задач связи могут использоваться системы спутниковой связи на основе геостационарных СР. Потребности обеспечения спутниковой связью объектов (абонентов), находящихся в высоких широтах, могут также стимулировать новый этап развития систем связи на основе СР на высокоэллиптических орбитах, зоны обслуживания которых СР при соответствующем выборе наклона орбиты охватывают приполярные области в северном полушарии. Системы спутни-

ковой связи на основе низкоорбитальных СР позволяют обеспечить оперативную спутниковую связь на ограниченных дальностях, а на больших дальностях их использование следует рассматривать применительно к неоперативным задачам связи. При этом благодаря малым размерам текущих зон обслуживания низкоорбитальных СР и использованию режима «электронной почты» обеспечивается высокая (конфиденциальность) скрытность связи. Во всех рассмотренных случаях при организации спутниковой связи в высоких широтах могут быть реализованы современные направления развития систем спутниковой связи [3, 11], такие как использование сетевых технологий, интеграция с наземными сетями связи и передачи данных, унификация и стандартизация технологий связи и передачи данных и другие.

Литература

1. Инфокоммуникационные сети: архитектура, технология, стандартизация / Под ред. А. А. Сахнина. М.: Радио и связь, 2004. 208 с.
2. Невдяев Л. М., Смирнов А. А. Персональная спутниковая связь. М.: Эко-Трендз, 1998. 216 с.
3. Камнев В. Е., Черкасов В. В., Чечин Г. В. Спутниковые сети связи. М.: Военный парад, 2010. 608 с.
4. Спутниковая связь и вещание. Справочник / Под ред. Л. Я. Кантора. М.: Радио и связь, 1997. 528 с.
5. Аболищ А. И. Системы спутниковой связи. Основы структурно-параметрической теории и эффективность. М.: ИТИС, 2004. 426 с.
6. Цифровые терминалы спутниковых систем связи. Справочное издание / Под ред. Ю. М. Устинова. СПб.: Деан, 2005. 192 с.
7. Машибиц Л. М. Компьютерная картография и зоны спутниковой связи. М.: Радио и связь, 2000. 256 с.
8. Севастьянов Д. Н. Система спутниковой связи «Ямал». Существующая инфраструктура и планы развития // Электросвязь. 2010. № 10. С. 33—34.
9. Мальцев Г. Н., Кунгурцев В. В. Перспективная низкоорбитальная система спутниковой связи на основе малогабаритных спутников-ретрансляторов // Полет. 2004. № 10. С. 45—49.
10. Малащенко А. Е., Погорянский А. Г., Чучелимов В. И. Многофункциональная система персональной спутниковой связи «Гонец» // Морские исследования и технологии изучения природы Мирового океана. 2005. Вып. 1. С. 39—48.
11. Мальцев Г. Н. Сетевые информационные технологии в современных спутниковых системах связи // Информационно-управляющие системы. 2007. № 1. С. 33—39.

Статья поступила в редакцию 12.03.2014 г.



G.N.Maltsev¹, M.I.Kalinov², V.A.Rodionov²

¹Military space Academy named after Mozhaisky, Saint-Petersburg

²Saint-Petersburg branch of the Defense Problem Section RAS

The Analysis of Opportunities of Use of Domestic Systems of Satellite Communication in High Latitudes

The analysis of the possibilities of using of high-orbital and low-orbital systems of satellite communication in high-latitude regions is implemented. The domestic systems of satellite communication «Yamal» and «Gonetz» are considered. It is shown that under the known restrictions on use in high-latitude regions the system «Yamal» on the basis of geostationary relay satellites can be used for operative communication in regions of Far North and in Arctic coastal zone. The system «Gonetz» on the basis of low-orbital relay satellites provides an operative communication on limited distances and non-operative communication in «e-mail» mode in all high-latitude zone.

Key words: system of satellite communication, relay satellite, service zone, high latitudes.