

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СТРАНЫ

УДК 629.7

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕЙ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.А. Бутров, И.Л. Евдокимов, В.М. Зайцев, Е.В. Чернышова
(ФГУП НИИАА им. В.С. Семеновича, ЗАО «НТЦ РУПКОР»)

Рассматриваются некоторые аспекты построения сети спутниковой связи, которая может быть использована для обеспечения взаимодействия между разнородными объектами. В основу сети положена мобильная станция, работающая в С-диапазоне. Предлагаемое техническое решение сети позволяет обеспечивать высокую скорость передачи информации, передачу видео-, текстовых, голосовых, данных, а также ведение видеоконференцсвязи. Передающее оборудование обладает большим запасом мощности, что позволяет вести сеансы связи в любых погодных условиях.

Ключевые слова: спутниковая связь, VSAT, наземный сегмент, мобильная станция, передача данных, слежение за объектами, сети связи специального назначения.

Наиболее перспективным видом связи специального назначения является спутниковая связь. В настоящее время организуется посредством спутников, которые выведены на следующие орбиты:

- высокоэллиптическую (ВЭО), характеризующуюся высокими орбитами и ограничением времени связи со спутником (в связи с тем, что спутник доступен лишь при прохождении к точке апогея);
- геостационарную (ГЕО), характеризующуюся постоянным местоположением космического аппарата относительно Земли и, соответственно, возможностью поддержания постоянной связи между наземной (ЗС) и космической станциями (КС);

- низкую круговую;
- среднюю околоземную.

Предлагаем рассмотреть организацию сети связи на основе использования находящихся на геостационарной орбите новых спутников, работающих в С-диапазоне [1] ($4 \div 6$ ГГц).

Эта сеть позволит обеспечить циркуляцию различных видов информации между заинтересованными абонентами и будет обладать:

- способностью своевременно перестраивать свою конфигурацию, сообразуясь с обстановкой и обеспечивать потребности управления в различных ситуациях;

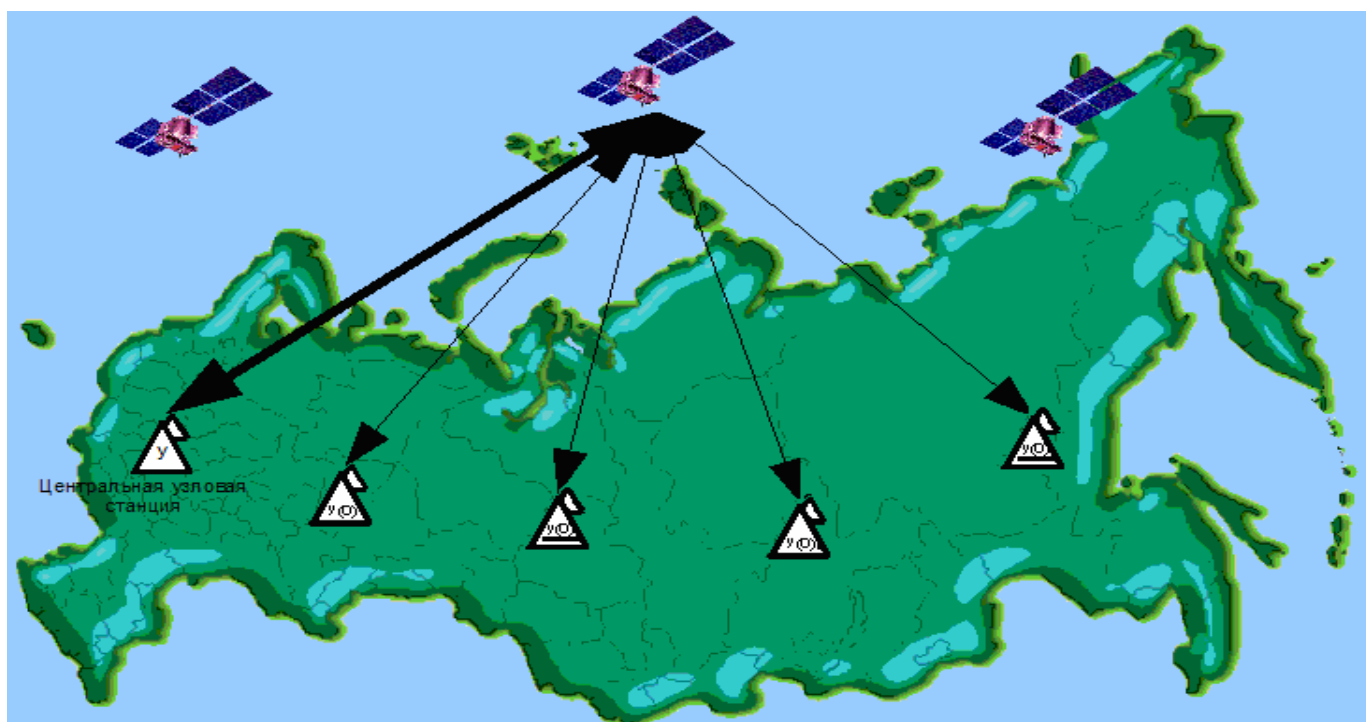


Рис. 1. Фрагмент организации сети спутниковой связи

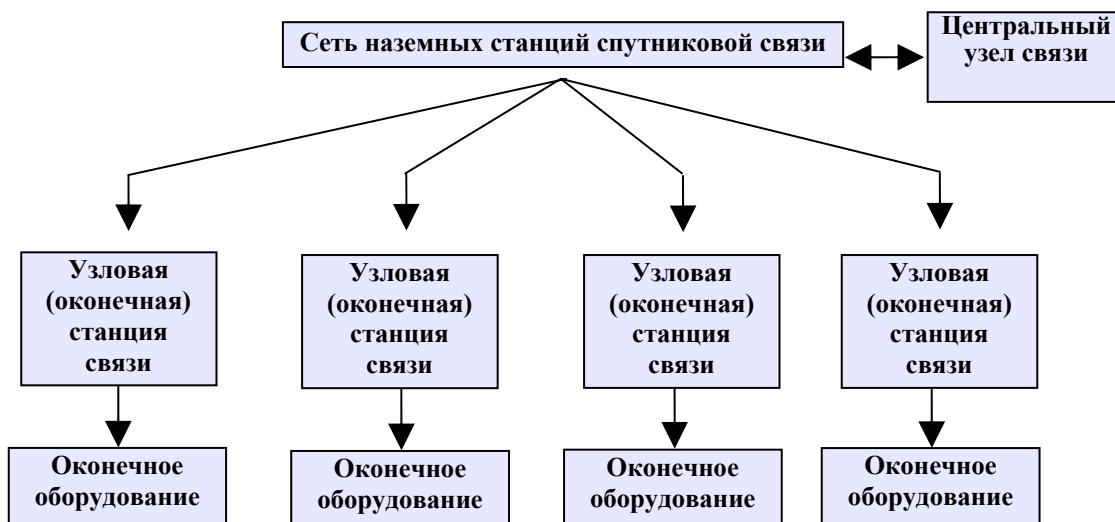


Рис. 2. Иерархия наземных средств спутниковой связи специального назначения

- способностью функционировать с заданным уровнем качества при внешних и внутренних деструктивных воздействиях;
- пространственным охватом, определяемым дальностью связи с мобильными объектами;
- качеством связи, характеризующимся заданными параметрами по своевременности, достоверности, безопасности передачи сообщений с соблюдением удобства пользования средствами связи и комфортностью восприятия принимаемых сообщений;
- соблюдением требований экологической безопасности (для подвижных станций жесткие ограничения по энергопотреблению и массогабаритным характеристикам).



Рис. 3. Мобильная станция спутниковой связи на базе автомобиля УАЗ 3153-013

Фрагмент организации сети спутниковой связи представлен на рис. 1. Одним из основных элементов сети является совокупность наземных станций спутниковой связи [2].

Наземные станции спутниковой связи могут быть как стационарные, так и мобильные. Иерархи-

ческая структура предлагаемой сети связи изображена на рис. 2.

Предлагаемая система спутниковой связи позволяет обеспечить:

- максимально широкую зону обслуживания на территории РФ, стран ближнего и дальнего зарубежья;
 - организацию сети спутниковой связи с использованием минимального количества спутников.
- Достоинства предлагаемых станций:
- возможность быстрого развертывания в отдаленных (труднодоступных) районах;
 - сокращение финансовых затрат на обеспечение связи.

Отличительной чертой разрабатываемой системы спутниковой связи является то, что в ее состав входит мобильная станция спутниковой связи на базе автомобиля УАЗ 3153-013. Мобильная станция спутниковой связи построена на технологии VSAT [1, 3].

Основные характеристики систем VSAT

Диаметр антенны	До 2,5 м (чаще всего 1,2 – 1,8 м)
Диапазоны частот	Ku(11/14 ГГц), C(4/6 ГГц), Ka (18/30 ГГц)
Диапазон мощностей передающих устройств	10 – 50 Вт

Станция спутниковой связи разработана в ЗАО «НТЦ РУПКор», внешний вид станции представлен на рис. 3. Предлагаемая станция обеспечивает:

- автоматизацию управления подчиненными должностному лицу силами и средствами в зоне выполнения задач (в зоне покрытия используемых спутниковых систем);
- организацию спутниковой связи в любой точке на территории РФ и за ее пределами;
- передачу видео-, аудио- и текстовой информации на пункт управления;
- обеспечение входа автоматизированного рабочего места должностного лица в различные телекоммуникационные сети специального назначения.

Одной из отличительных особенностей станции является то, что антенная подсистема представляет собой устройство с электромеханическим приводом, содержащее гиперболическую антенну ($D = 1,4$ м), опорно-поворотное устройство, блок управления антенной, волноводный тракт, усилители С-диапазона. Подсистема передачи данных построена на основе модема СЦМ5-К2, устройства уплотнения каналов, криптомаршрутизатора, концентратора и шлюза IP-телефонии. Автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора, организованное в автомобиле командира, содержит: персональный компьютер (ноутбук), сканер, web-камеру, телефоны, факс-модем. Для обеспечения автономности станции, с точки зрения электропитания, в автомобиле имеется бензогенератор и источник бесперебойного питания.

Основные характеристики МССС на базе МКМ-3153-013

Диаметр антенны, м	1,4
Диапазон рабочих частот, МГц	
– прием	3530 - 3610
– передача	5855 - 5935
Мощность передатчика, Вт	15
Диапазон перемещений антенны, град	
– по азимуту	±85
– по углу места	2 - 60
Скорость передачи данных, кбит/с	до 512
Диапазон рабочих температур, °С	- 40 - +45
Допустимая скорость ветра, м/с	25
Потребляемая мощность, Вт	800
Питание	переменное, однофазное, 220 В 50 Гц
Время автономной работы, ч	до 8
Масса оборудования, кг	300
Масса общая, кг	1500

Достоинством разработанной станции является минимальная необходимая мощность для обеспечения надежной связи, что подтверждается соответствующими расчетами. Расчет мощности передающего устройства МССС с учетом потерь в атмосфере производился по методике, приведенной в [4]. При проведении расчетов принималось, что основными видами ослабления сигнала в атмосфере являются потери в свободном пространстве и дополнительные потери, уровень которых зависит от метеоусловий функционирования системы и времени суток.

Уровень эквивалентной изотропно-излучаемой мощности (ЭИИМ) МССС

$$P_{\text{МССС}} = P_{\text{ПЗС}} + g_{13C} - a_{13C}, \quad (1)$$

где $P_{\text{ПЗС}}$ – мощность передающего устройства, дБ;
 g_{13C} – коэффициент усиления антенны МССС, дБ;
 a_{13C} – погонное затухание фидера, дБ.

Мощность сигнала на входе бортового приемника на входе КС определяется по соотношению

$$P_{\text{вхКС}} = P_{\text{МССС}} + g_{1KC} - (a_{\text{св1}} + a_{2KC} + g_{\text{д1}}), \quad (2)$$

где g_{1KC} – КУ антенны КС, дБ; a_{2KC} – погонное затухание фидера КС, дБ; $g_{\text{д1}}$ – дополнительное ослабление сигнала в атмосфере; $a_{\text{св1}}$ – потери сигнала в свободном пространстве.

Дополнительное ослабление сигнала в спокойной атмосфере определяется по графикам зависимости уровня ослабления от частоты, приведенным в [4]. Влияние осадков может увеличить дополнительные ослабления от 2 до 10 дБ.

Чувствительность бортового спутникового приемника принята равной $\xi = -440$ дБ, что обусловлено малой мощностью поступающего на вход приемника сигнала. Коэффициент усиления антенны малого диаметра принят равным 30 дБ, величина потерь в свободном пространстве на высоте 35786 км и при частоте сигнала 5895 МГц составляет -454,86 дБ, мощность дополнительных потерь в атмосфере принято 12 дБ, погонное затухание фидера для МССС и КС 2 дБ, КУ приемной антенны 30 дБ.

Таким образом, проводя расчеты (1) и (2) по приведенной методике [4], минимально необходимый уровень ЭИИМ передающего устройства МССС составляет $P_{\text{МСССmin}} = 15,14$ дБ/Вт. Учитывая принятые параметры антенного тракта, минимальная мощность исходящего сигнала МССС составит: $P_{\text{ПЗС}} = -12,85$ дБ/Вт.

Проведенный расчет свидетельствует о том, что передающее оборудование разработанной станции позволяет организовать надежную спутниковую связь в практически любых условиях местности учитывая большой запас по мощности излучаемого сигнала (до 40 дБ).

Другими возможными преимуществами станции, которые отличают ее от аналогичных, являются:

- высокая проходимость и простота в обслуживании автомобиля;
- высокая техническая надежность оборудования;
- возможность обеспечения передачи информации с заданным качеством практически в любых метеоусловиях;
- высокая скорость развертывания на месте;
- широкий выбор типов оконечных устройств (от терминала до видео- и аудио- оборудования);
- возможность документирования информации в реальном масштабе времени.

Выводы:

1. Использование спутниковой связи позволяет обеспечить полный спектр услуг связи в труднодоступных точках.

2. Наиболее перспективным направлением развития сети наземных станций является разработка и внедрение мобильных спутниковых радиостанций.

3. Предлагаемая мобильная станция позволяет оперативно организовать передачу информации на территории, обслуживаемой спутниковыми системами связи.

4. Запас по мощности приемопередающего оборудования станции позволяет поддерживать высокую помехоустойчивость передачи в различных погодных условиях.

Литература

1. Коллюбакин В. Экспресс-АМ22 / В. Коллюбакин // Теле-спутник. – 2004. – №2.
2. Директоров Н.Ф. Автоматизация управления и связь в ВМФ / Н.Ф. Директоров, В.И. Дорошенко, Ю.И. Житов [и др.] – СПб.: Элмор, 2001.
3. Пехтерев С. Мобильный VSAT / Пехтерев С. // Спутниковая связь и вещание. – 2009.
4. Маковеева М.М. Системы связи с подвижными объектами / М.М. Маковеева, Ю.С. Шинаков. – М: Радио и связь, 2002.

Владимир Андреевич Бутров, канд. техн. наук, первый зам. генерального директора ФГУП НИИИАА им. В.С. Семенихина.

Игорь Леонидович Евдокимов, инженер ЗАО «НТЦ РУПКор, т. 8(495) 607-09-09.

Владимир Михайлович Зайцев, канд. техн. наук, зам. генерального директора по научной работе ЗАО «НТЦ РУПКор, т. 8(495) 607-09-09.

Елена Викторовна Чернышова, генеральный директор ЗАО «НТЦ РУПКор, т.8(495) 607-09-09.