

## Широкополосная система спутниковой мультимедийной связи «НордМедиаСтар» с использованием космических аппаратов на ВЭО



**Евгений КАМНЕВ,**  
генеральный директор,  
ООО «Глобсатком»,  
д. т. н., профессор, академик  
международной Академии связи



**Александр БЕЛОВ,**  
зам. генерального директора,  
ООО «Глобсатком», к. т. н.



**Владимир БОБКОВ,**  
технический директор,  
ООО «МВТелеком», к. т. н.

«НордМедиаСтар» – новая проектируемая система спутниковой связи (ССС) на базе использования космических аппаратов на высокой эллиптической орбите с обработкой на борту. Данная система создается как коммерчески самоокупаемая структура, возвращающая первоначальные инвестиции из доходов от предоставления услуг пользователям со сроком окупаемости 3,5 года после ввода в коммерческую эксплуатацию, и является дальнейшим развитием СССР «Глобсатком» [1]. Но если СССР «Глобсатком» ориентирована в основном на решение задач спутникового мониторинга (использование сети ПД для решения технологических задач) и лишь в небольшой степени – на предоставление других телекоммуникационных услуг (ТВ, РВ, телефония), то «НордМедиаСтар» – мощная полнофункциональная мультимедийная система, предоставляющая весь спектр современных телекоммуникационных услуг пользователям на стационарных и подвижных объектах.

**Н**е повторяя всех слов о достоинствах СССР, построенных на базе космических аппаратов (КА) на высокой эллиптической орбите (ВЭО) по сравнению с геостационарной орбитой (ГСО) (об этом подробно было написано в [1]),

отметим лишь основные свойства СССР «НордМедиаСтар».

1. Географические особенности Российской Федерации (большая протяженность в долготном направлении, северное расположение территорий, включая Полярный бассейн и акваторию

Северного Ледовитого океана) требуют использования СССР с применением КА на ВЭО типа «Молния», обеспечивающих на всей обслуживаемой территории высокие углы видимости КА с объектов связи (в пределах 45°–90°), что особенно важно при связи с подвижными объектами, а также со стационарными объектами, расположенными в районах со сложным рельефом местности.

2. Президентом страны в октябре 2008 г. одобрена подготовленная Правительством Концепция социально-экономического развития РФ до 2020 и до 2030 гг., где сделан акцент на освоении регионов РФ, расположенных в удаленных и труднодоступных районах со сложным рельефом местности. И в процессе освоения, и при работе новых предприятий, построенных в этих районах, СССР «НордМедиаСтар» будет играть весьма важную роль.

3. Большое значение будет иметь СССР «НордМедиаСтар»

при освоении и работе построенных многочисленных объектов связи в Северном Полярном бассейне (где спутники на ГСО не видны), а в Концепции социально-экономического развития РФ освоению этого региона уделено особое внимание.

4. Министерством транспорта РФ подготовлена транспортная стратегия на период до 2030 г., которая была рассмотрена и принята на заседании Правительства РФ в октябре 2008 г. В рамках этой стратегии, в частности, поставлена задача значительно увеличить транзитный (через Россию) транспортный обмен между Азией и Европой, который сейчас составляет около 1% общего транспортного обмена между Азией и Европой.

Ведущую роль в решении этой задачи могут сыграть и ССС «Глобсатком», и «НордМедиаСтар». Роль последней будет заключаться в предоставлении всего спектра мультимедийных услуг всем пассажирам и обслуживающему персоналу поездов на всем пути из Азии в Европу, что может стать важным фактором при привлечении людей из стран Азии и Европы к использованию этого транспортного коридора (в комфортных условиях, с обеспечением всего набора мультимедийных услуг).

5. Аналога ССС «НордМедиаСтар» нет пока ни в России, ни в других странах мира. Работающие с КА на ВЭО (типа «Молния») российские военные ССС предназначены для решения специальных задач и имеют пропускную способность намного ниже, чем ССС «НордМедиаСтар».

Система спутниковой связи «НордМедиаСтар» предназначена для построения сетей с предоставлением мультимедийных услуг (в частности, телефонии, передачи данных, телематических услуг, включая высокоскоростной доступ в Интернет, непосредственного многопрограммного цифрового телевизионного вещания, включая видео по запросу, непосредственного

Зона обслуживания	Территория РФ, сопредельных государств и Арктической зоны РФ
Тип орбиты	Высокоэллиптическая типа «Молния»
Количество КА	Четыре
Срок активного существования КА	10 лет
Ориентация КА	Трехосная
Масса КА, кг	2000
Энергопотребление полезной нагрузки, Вт	8000
Диапазоны частот	C – абонентские линии сетей теле- и радиовещания, доступа в Интернет, корпоративных мультисервисных сетей
	L – абонентские линии корпоративных мультисервисных сетей для VIP-пользователей
	Ku – фидерные линии и обмен ТВ и РВ программами

**Таблица 1.**  
Общие характеристики ССС «НордМедиаСтар»

многопрограммного цифрового радиовещания) на подвижные и стационарные объекты на всей территории России, сопредельных государств и в Северном Полярном бассейне.

Основная особенность ССС – обеспечение высокой пропускной способности системы при обслуживании малогабаритных абонентских земных станций по тарифам соизмеримым (или меньшим) с тарифами у систем «Инмарсат», «Глобалстар» и «Турайя».

Потенциальными пользователями ССС являются:

- государственные пользователи – гражданские ведомства и министерства (МЧС, Минприроды, Росатом, Федеральная дорожная служба Минтранса и др.), а также силовые структуры (на коммерческой основе);

- коммерческие структуры – ОАО «РЖД», «РАО ЕЭС», компании – операторы связи, нефтяные и газовые компании, автотранспортные, судоводные и рыболовецкие, авиационные компании, охранные структуры, теле- и радиовещатели и др.;

- частные лица – пассажиры междугородных автобусов, пассажирских поездов, речных и морских судов, авиапассажиры, жители поселков в отдаленных и труднодоступных районах.

Общие характеристики ССС «НордМедиаСтар» приведены в табл. 1.

ССС включает в себя пять функционально независимых подсистем, объединенных в составе единого космического комплекса на ВЭО, и наземные средства управления и контроля (рис. 1).

**Рис. 1.**  
Функциональные подсистемы ССС «НордМедиаСтар»





Рис. 2. Зона обслуживания КА на орбите типа «Молния»

Орбитальная группировка ССС «Глобстком» включает в себя четыре синхронизированных КА на орбитах типа «Молния». Из них во включенном состоянии находится один, располагающийся вблизи апогея на основном витке над севером Западной Сибири. При полетах самолетов через Северный полюс может включаться и второй КА, находящийся на сопряженном витке с апогеем над Севером

Канады. Возможности обслуживания территорий земного шара с орбиты типа «Молния» показаны на рис. 2.

Бортовой ретрансляционный комплекс обеспечивает работу в L (1,5/1/6 ГГц), С (6/4 ГГц) и Ku (14/11 ГГц) диапазонах. В состав БРТК входят приемный и передающие комплексы, антенно-фидерная система, аппаратура обработки сигналов, во многом определяющая

Таблица 2

Диапазоны частот	L, C, Ku
Количество стволов	Передающие: <ul style="list-style-type: none"> <li>• четыре – в L-диапазоне (по 150 Вт, с полосой 0,7 МГц и с разнесом между несущими 1 МГц);</li> <li>• 16 – в C-диапазоне (по 100 Вт, с полосой 40 МГц и с разнесом между несущими 50 МГц);</li> <li>• 12 – в Ku-диапазоне (по 50 Вт, с полосой 40 МГц и с разнесом между несущими 50 МГц) и четыре ствола по 100 Вт каждый с двумя полосами по 40 МГц с разнесом между несущими 50 МГц</li> </ul> Приемные: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 – в L-диапазоне (по 0,7 МГц с разнесом между несущими 1 МГц);</li> <li>• 16 – в C-диапазоне (по 40 МГц с разнесом между несущими 50 МГц, в каждой полосе 40 МГц имеется четыре подствола по 7 МГц с разнесом между несущими 10 МГц);</li> <li>• 20 – в Ku-диапазоне (по 40 МГц с разнесом между несущими 50 МГц) и еще четыре ствола (с полосой по 0,7 МГц и с разнесом между несущими 1 МГц)</li> </ul>
ЭИИМ	в L-диапазоне 40 дБВт в C-диапазоне 43 дБВт в Ku-диапазоне 40 дБВт
Добротность	L-диапазон +5 дБ/К C-диапазон +10 дБ/К Ku-диапазон +10 дБ/К
Антенные системы	L-диапазон: <ul style="list-style-type: none"> <li>• четыре передающие (синфазные антенные решетки, 20°×20°, КНД≈18 дБ каждая);</li> <li>• 24 приемные (синфазные антенные решетки, 20°×20°, КНД≈18 дБ);</li> </ul> C-диапазон: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 передающих (8°×16°, КНД≈23 дБ);</li> <li>• 24 приемных (8°×16°, КНД≈23 дБ), (или 48 антенн с КНД≈23 дБ каждая);</li> </ul> Ku-диапазон: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 передающих (8°×16°, КНД≈23 дБ)</li> <li>• 24 приемных (8°×16°, КНД≈23 дБ), (или 96 антенн с КНД≈23 дБ каждая)</li> </ul>

особенности и преимущества РТР «НордМедиаСтар».

Краткие характеристики БРТК приведены в табл. 2, а упрощенная структурная схема показана на рис. 3.

Адаптивное когерентное сложение сигналов по приему на БРТК позволяет реализовать следующие приемные системы:

L-диапазон – адаптивная приемная ФАР на 16 несущих с 24 ветвями пространственного разнесения на каждой несущей (КНД≈32 дБ для каждого луча на своей несущей);

C-диапазон – адаптивная приемная ФАР на 64 несущих с 24 (или 48) ветвями пространственного разнесения на каждой несущей (КНД≈37 дБ, или 40 дБ для каждого луча на своей несущей);

Ku-диапазон – адаптивная приемная ФАР на 24 несущих с 24 (или 96) ветвями пространственного разнесения на каждой несущей (КНД≈37 дБ, или 43 дБ для каждого луча на своей несущей).

Приемные комплексы различных диапазонов построены по схожему принципу и имеют в своем составе специальный процессор адаптивного сложения и усиления разнесенных сигналов на базе так называемых «когераторов» [4].

Всего в составе БРТК реализовано:

16 когераторов на 24 ветви разнесения	в L-диапазоне
64 когератора на 4 (или на 48) ветви разнесения	в C-диапазоне
24 когератора на 24 (или на 96) ветви разнесения	в Ku-диапазоне

Структурная схема приемного комплекса на примере C-диапазона приведена на рис. 4. Организовано 64 частотных ствола шириной по 8 МГц с шагом через 10 МГц, входящих в 16 групп по четыре ствола каждая, занимающих полосы по 40 МГц с шагом через 50 МГц (всего 800 МГц).

Земной сегмент ССС включает центр управления полетом (ЦУП), контрольно-измерительный комплекс (КИК), наземный комплекс технического обеспечения КА, центр управления связью (ЦУС) и ЗС различного назначения.

**Подсистема теле- и радиовещания** предназначена для организации непосредственного многопрограммного цифрового теле- и радиовещания (в том числе интерактивного) преимущественно на большие стационарные и подвижные объекты. Два основных сегмента рынка:

- теле- и радиовещатели (СМИ) и распространители теле- и радиопрограмм (государственные и частные);
- телезрители и радиослушатели, расположенные на стационарных объектах (городские жилые дома, отели, коттеджные поселки), подвижных объектах (пассажирские авиалайнеры, пассажирские морские и речные суда, пассажирские железнодорожные поезда и т. п.).

Краткие характеристики подсистемы приведены в табл. 3.

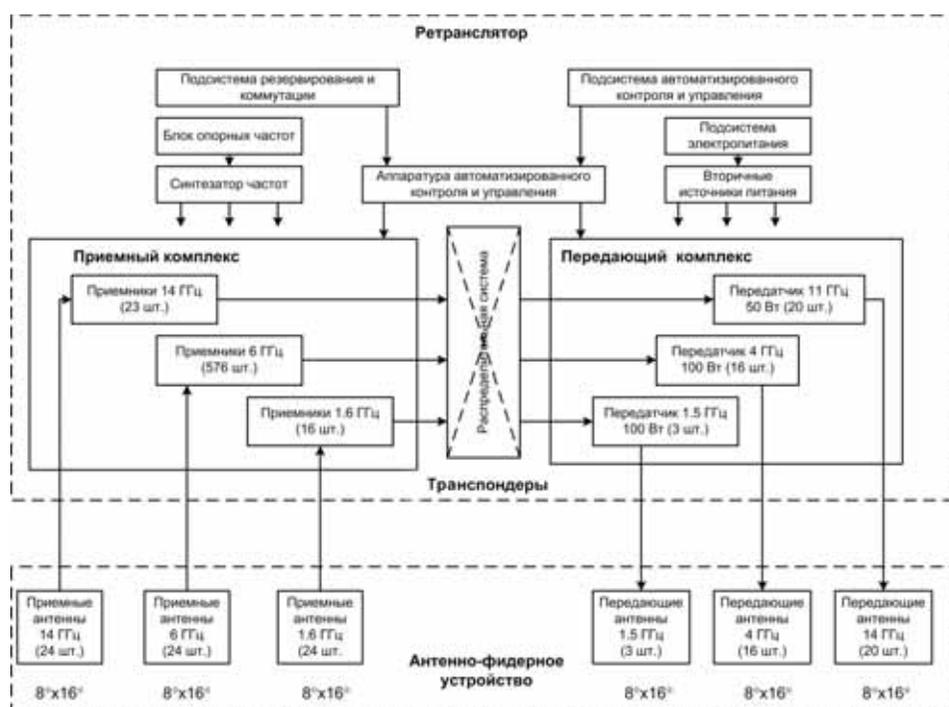
В качестве абонентских ЗС используются малогабаритные, необслуживаемые, приемные ЗС, установленные на стационарных (жилые дома в районах РФ со сложным рельефом местности) или подвижных объектах (туристические автобусы, ж/д поезда, корабли, авиалайнеры).

Приемные ЗС в диапазоне 4 ГГц имеют следующие характеристики:

- небольшой размер аппаратуры и относительно низкая стоимость;
- низкое электропотребление;
- радиочастотная часть на базе специализированных БИС;
- блок обработки приемных сигналов со спутника (MF-TDM/QPSK) на базе специализированных БИС.

Три типа антенных систем для различных объектов установки:

- зеркальная антенна с размером раскрытия 0,5×2,0 м без системы слежения за КА на ВЭО – для стационарных объектов;



- зеркальная антенна с диаметром 1,2 м (программно-механически перенацеливаемая) – для подвижных объектов (поезд, морское или речное судно);
- плоская ФАР размером 60×480 см (для самолетов) или 130×130 см (для автобусов, речных и морских судов) с электронным наведением и слежением луча за КА на ВЭО (или по программе, или по принимаемому от КА сигналу).

Подсистема будет являться российским аналогом уже действующих сейчас систем Sirius, WorldSpace (КА AsiaStar, AfriStar и AmeriStar) [2,3].

**Подсистема высокоскоростного доступа в Интернет** предназначена для обслуживания пользователей, расположенных на стационарных и подвижных объектах связи, которым такие услуги не могут быть предоставлены традиционными методами. Два основных сегмента рынка:

- глобальные и локальные интернет-провайдеры;
- индивидуальные и коллективные пользователи сети Интернет, расположенные на стационарных объектах (офисы, промышленные предприятия, городские жилые дома, отели, коттеджные поселки),

**Рис. 3.** Структурная схема ретранслятора «НордМедиаСтар»



**Рис. 4.** Структурная схема приемного комплекса С-диапазона

Линия «вверх»	Ku-диапазон (14 ГГц, полоса 400 МГц) – подача программ на КА из центров формирования программ
	C-диапазон (6 ГГц, полоса 400 МГц) – запросы программ от пользователей на объектах
Линия «вниз»	C – диапазон (4 ГГц, полоса 400 МГц) – передача программ пользователям на объектах
	Ku-диапазон (11 ГГц, полоса 400 МГц) – доведение запросов программ от пользователей на центры подачи программ
Количество одновременно транслируемых ТВ-программ	200
Количество одновременно транслируемых РВ-программ	200
Способ многостанционного доступа	MF-TDMA
Количество программ на одной несущей	ТВ – 25, РВ – 25
Стандарт ТВ-вещания	DVB-S2/MPEG-4

Таблица 3

Линия «вверх» (от абонентских приемопередающих станций)	C-диапазон (6 ГГц, полоса 100 МГц)
	L-диапазон (для самолетов) (1,6 ГГц, полоса 16 МГц)
Линия «вниз»:	C-диапазон (4 ГГц, полоса 300 МГц)
Фидерная линия	Ku-диапазон
Способ многостанционного доступа	MF-TDMA
Скорость передачи информации	В линиях «запросов» – 0,5/1,0 Мбит/с
	В линиях «ответов» – 41/54 Мбит/с
Пропускная способность (количество обслуживаемых объектов связи)	Стационарные – до 5–10 тыс.
	Подвижные – до 5–10 тыс.

Таблица 4

Линия «вверх» (от абонентских приемопередающих станций)	C-диапазон (6 ГГц, полоса 300 МГц)
	L-диапазон (для самолетов) (1,6 ГГц, полоса 16 МГц)
Линия «вниз»	C-диапазон (4 ГГц, полоса 100 МГц)
Фидерная линия	Ku-диапазон
Способ многостанционного доступа	MF-TDMA
Скорость передачи информации	«Центр → периферия» – 41/54 Мбит/с
	«Периферия → Центр» – 6/8 Мбит/с
Пропускная способность (количество обслуживаемых объектов связи)	Стационарные – до 5–10 тыс.
	Подвижные – до 5–10 тыс.

Таблица 5

подвижных объектах (пассажирские авиалайнеры, пассажирские морские и речные суда, пассажирские железнодорожные поезда и т. п.).

Краткие характеристики подсистемы приведены в табл. 4.

В составе абонентских ЗС используется четыре типа антенных систем для различных объектов установки:

- зеркальная приемопередающая антенна размером 0,5×2,0 м без системы слежения за ИСЗ – для стационарных объектов;
- зеркальная приемопередающая антенна диаметром 1,2 м, с программным наведением луча на КА механически перенацеливаемая – для стационарных и некоторых видов подвижных объектов (поезда, речные и морские суда, междугородные автобусы);
- отдельные на прием и передачу ФАР размером (60×480 см или 130×130 см на прием в диапазоне 4 ГГц) и (40×40 см на передачу в диапазоне 1,6 ГГц) с электронным наведением и слежением луча за КА на ВЭО по программе – для подвижных объектов (в основном для самолетов).

**Подсистема корпоративных мультисервисных сетей для стационарных и подвижных пользователей** предназначена для обслуживания пользователей на той части объектов, на которых не может быть предоставлена комплексная услуга (голос + данные + телематика + видеоконференц-связь) традиционными методами или через спутники на ГСО. Основные сегменты рынка:

- глобальные и локальные операторы связи, предоставляющие мультимедийные услуги;
- глобальные и локальные корпоративные пользователи мультимедийных услуг, расположенные на стационарных объектах (офисы, промышленные предприятия, туристические фирмы, отели и т. д.), подвижных объектах (пассажирские авиалайнеры, пассажирские морские и речные суда, пассажирские железнодорожные поезда и т. п.).

Краткие характеристики подсистемы приведены в табл. 5.

Абонентские ЗС аналогичны ЗС подсистемы доступа в Интернет.

**Подсистема корпоративных мультисервисных сетей для VIP-пользователей на подвижных объектах** предназначена для организации закрытых корпоративных мультисервисных сетей в интересах VIP-пользователей на подвижных объектах с предоставлением всего набора телекоммуникационных услуг (закрытые телефония, данные, видеоконференцсвязь, телематика) сравнительно небольшому количеству этих пользователей, находящихся во всей зоне действия подсистемы.

В число обслуживаемых данной подсистемой VIP-объектов

электронным наведением луча на КА на ВЭО.

**Подсистема обмена теле- и радиовещательными программами** предназначена для обеспечения информационного взаимодействия между центрами подачи программ в реальном масштабе времени или по запросу территориально разнесенных региональных ТВ и/или РВ студий, продюсерских центров, формирователей медийного контента.

Ки-диапазон, количество одновременно транслируемых программ – 100 ТВ и 100 РВ. Используются стандартные приемопередающие ЗС.

Уникальность проекта «НордМедиаСтар» состоит в следующем:

• связь на всей без исключения территории России, в том числе

КА с ЗС ( $\geq 60^\circ$  на большей части территории РФ);

- в составе КА БРТК – большое количество простых в изготовлении и имеющих малые габариты и массу плоских синфазных ФАР, применяемых для компоновки на КА антенных систем с большой эффективной площадью;
- в приемных трактах ФАР – устройства когерентного с весом сложения на большое количество ветвей пространственного разнесения, что обеспечивает резкое повышение энергетического потенциала радиолиний и устраняет «межлучевые» провалы, имеющиеся у обычных МЛА;
- в антеннах на ЗС и КА – плоские приемные и излучающие элементы, что позволяет реализовать новый и более рациональный принцип компоновки КА и ЗС.

При необходимости ССС «НордМедиаСтар» может быть использована и силовыми ведомствами РФ (как в обычный, так и в особый период).

В особый период будут особо востребованы адаптивные ФАР на КА, а также используемые в ССС сигналы и методы многостанционного доступа для повышения помехозащищенности линий связи, в том числе:

- формирование «нулей» диаграммы направленности бортовых антенн КА на источники организованных помех;
- организация режимов ППРЧ и ШПС. ■

## Орбитальная группировка ССС «Глобсатком» включает в себя четыре синхронизированных КА на орбитах типа «Молния».

могут быть также включены малогабаритные перевозимые узлы связи, оперативно развертываемые в местах стихийных бедствий (МЧС), в местах отдыха VIP-пользователей, когда они расположены в отдаленных и труднодоступных районах РФ.

Используемый диапазон – 1,5/1,6 ГГц, ширина полосы/скорость передачи информации – 0,7 МГц/1,0 Мбит/с. Предусматривается возможность закрытия передаваемой информации. Пропускная способность подсистемы – около 1 тыс. каналов.

В составе абонентских ЗС используются отдельные на прием и на передачу антенны (на передачу – ФАР 40×40 см, скомпонованная из 16 элементов и управляемая по программе; на прием – адаптивная ФАР 40×40 см, скомпонованная из 16 элементов и управляемая по программе) или дуплексная ФАР 40×40 см (16 элементов) с программным

в самых западных и восточных регионах и Арктической зоне, а также в районах со сложным рельефом местности;

- предоставление услуг связи в движении;
  - обеспечение массового доступа к услугам системы за счет использования недорогих портативных мобильных абонентских терминалов;
  - предоставление простого доступа к мультимедийному контенту (Интернет, данные, изображения, видео, звук);
  - высокая пропускная способность системы благодаря применению перспективных технологий.
- В ССС «НордМедиаСтар» внедрены следующие ключевые технологии:

• высокие наклонные эллиптические орбиты с периодом обращения 12 часов (орбита типа «Молния»), что позволяет обеспечить высокие углы видимости

### Литература

1. Белов А. С., Бобков В. Ю., Камнев Е. Ф. «Глобсатком» – новая система спутниковой связи на базе использования космических аппаратов на высокой эллиптической орбите // *Connect! Мир связи*. 2007. № 12.
2. Михалевский Л. В., Скородумов А. И., Мультимедийное мобильное вещание. Опыт мира пора осмысливать в России // *ИКС*. 2006. № 10.
3. [www.worldspace.com](http://www.worldspace.com).
4. Российские патенты RU 72 804 U1 от 27.12.2007 и RU 75 812 U1 от 18.03/2008 / Камнев Е. Ф. и др.