

# Использование спутниковых систем связи «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» для решения задач ОАО «РЖД»



**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,**  
генеральный директор,  
ООО «Технологии Радиосвязи»,  
к. т. н.

В печати, в том числе и на страницах журнала Connect! [1–3], уже было подробно рассказано о создаваемых в настоящее время системах спутниковой связи (ССС) на базе использования космических аппаратов (КА) на высокой эллиптической орбите (ВЭО) – ССС «Глобсатком» и «НордМедиаСтар». К сферам их применения относятся:

- предоставление комплекса мультимедийных услуг на всей без исключения территории России, в том числе в самых западных и восточных регионах и Арктической зоне;
- построение глобальной системы мониторинга подвижных и стационарных объектов;
- поддержка новых государственных программ, в частности освоения арктического шельфа;
- обеспечение принципиально новых услуг для пользователей, например, для подвижных абонентов на достаточно простых

абонентских терминалах (связь, ТВ- и радиовещание, Интернет).

Основные преимущества создаваемых ССС:

- обслуживание всей территории России;
- обслуживание всего Полярного бассейна, включая Северный полюс, что представляет особый интерес в связи с планами освоения полярного шельфа;
- угол места работы ЗС через КА на ВЭО в любой точке России составляет не менее 40°, а в большинстве регионов – 60–90°, что позволяет избежать затенения радиолинии местными предметами.

Особую значимость инновационные спутниковые технологии, к которым, без сомнения, относятся перечисленные ССС, имеют для решения задач ОАО «РЖД»:

- обеспечения безопасности движения и мониторинга технического состояния объектов инфраструктуры железных дорог;

- сервисного и информационного обеспечения пассажиров и персонала.

Об этом неоднократно говорилось на самом высоком уровне ОАО «РЖД». Реализация указанных задач возможна только при использовании на железнодорожном транспорте инновационных технологий, в первую очередь основанных на применении современных глобальных спутниковых систем [4]. Имеющиеся сегодня решения РЖД (в основном базирующиеся на использовании аппаратуры Inmarsat, Globalstar, а также средств мобильной и УКВ-связи) не обеспечивают ни требуемых пропускных способностей каналов, ни решения многих технологических задач.

Разработка и внедрение спутниковых технологий для железнодорожного транспорта осуществляются в соответствии с положениями «Концепции повышения безопасности движения на основе

применения на железных дорогах многофункциональных комплексных систем регулирования движения поездов» (утверждена Президентом ОАО «РЖД» 12 мая 2006 г. № 618) и «Программы модернизации, разработки и внедрения технических средств регулирования движения поездов на 2006–2010 гг.».

В соответствии с этими документами значительные средства расходуются на внедрение новейших систем безопасности, однако принимаемые меры не приносят должного результата – в последнее время количество серьезных аварий вновь стало увеличиваться. Улучшить ситуацию можно за счет построения полнофункциональной автоматизированной системы обеспечения безопасности движения, в которой должны использоваться как средства мониторинга технического состояния объектов инфраструктуры и контроля технологического процесса перевозок, так и вновь разрабатываемые цифровые системы передачи информации. Качественная система связи является основой системы безопасности и мониторинга.

Современная система безопасности и мониторинга должна работать как система реального времени, в которой не должно быть задержек в передаче данных от диагностической аппаратуры и аппаратуры мониторинга в центры обработки информации. Объекты контроля ОАО «РЖД» распределены на значительных территориях, а их подавляющая часть – подвижные объекты: подвижной состав и персонал. Поэтому система должна иметь зону обслуживания, покрывающую всю территорию России.

Спутниковые системы связи с КА на геостационарных орбитах (ГСО) не эффективны для обеспечения устойчивой связи с подвижными объектами, поэтому особая роль в системе мониторинга и безопасности ОАО «РЖД» отводится ССС с КА на ВЭО.

Использование ССС «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» [5, 6] с КА на ВЭО с многолучевыми адаптивными антеннами является наиболее перспективным решением:

- для покрытия как средних, так и северных широт России;
- для управления перевозочным процессом и обеспечения

технологической безопасности движения поездов на российских железных дорогах.

Высокие углы видимости в зоне обслуживания (более 40°) для всех мест расположения объектов инфраструктуры железных дорог ОАО «РЖД» исключают возможность затенения подвижных и стационарных объектов рельефом местности, строениями или лесом вдоль железных дорог.

Самые благоприятные условия (углы видимости свыше 60°) обеспечиваются при нахождении объектов инфраструктуры железных дорог в Азиатской части территории России, в удаленных и труднодоступных районах Западной и Восточной Сибири, в Дальневосточном регионе России.

На основе математического моделирования установлено, что в целом для сети железных дорог России (протяженность около 86 тыс. км) при расположении ЗС на крышах вагонов вероятность их прямой видимости с КА ССС «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» достигает 100% (за исключением случаев прохождения вагоном необорудованных тоннелей). Для КА на ГСО эта вероятность составляет около 15%. Для железных дорог в Азиатской части России вероятность видимости ЗС с КА на ГСО будет еще меньше – около 10%.

Для вновь строящихся железных дорог в Сибири, в районах со сложным рельефом местности, в лесистой местности вероятность видимости ЗС с КА на ГСО может быть ниже 5%. Для ЗС ССС «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» этот показатель и здесь будет составлять около 100%.

В соответствии с Транспортной стратегией РФ [7] и Стратегией развития железнодорожного транспорта в РФ [8] ОАО «РЖД» необходимо решить одну из стратегических задач – глубокая интеграция в Евразийскую транспортную систему, инфраструктурное сопряжение с сетью зарубежных железных дорог.

На трансконтинентальных маршрутах – международных транспортных коридорах, проходящих через территорию России «Запад – Восток», «Север – Юг» (Азия – Европа), необходимо обеспечить соответствующую безопасность движения и

высокий уровень сервиса. Применение ССС «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» позволит решить эти задачи – новые ССС обеспечат весь железнодорожный транспорт, проходящий по данным направлениям, полным спектром мультимедийных услуг – ТВ- и радиовещания (ТВ/РВ), телефонии, Интернет, передачи данных (ПД), а также системой мониторинга и безопасности движения.

## Использование в подсистемах мониторинга и безопасности

Несмотря на высокую степень оснащённости железных дорог аппаратурой ВОЛС, на ряде направлений (боковых ветках, подъездных путях и др.) до сих пор для организации связи используются медные кабели и «воздушные» линии связи протяженностью более 27 тыс. км, непригодные для организации каналов передачи данных в современных системах управления, мониторинга и безопасности. На подобных участках экономически эффективнее использовать спутниковые каналы связи, тем более что для мобильных объектов контроля и управления нет альтернативы использованию спутниковых каналов.

Для обеспечения надежного функционирования подсистем безопасности и мониторинга необходимо:

- построение интегрированной наземной и спутниковой сети цифровой радиосвязи с высоким уровнем надежности передачи данных и гарантированным радиопокрытием всей территории РФ;
- создание комплекса носимых (мобильных) автоматизированных рабочих мест (АРМ) персонала, работающего вне помещений, со скоростным каналом доступа к серверам АСУ железнодорожной станции через спутниковые каналы связи;
- создание стационарных и мобильных станций спутниковой связи с интерфейсными модулями для подсоединения кабельных и радиоканалов передачи данных к системе автоматики и мониторинга.

Одна из основных задач, решаемых ССС «Глобсатком» и

«НордМедиаСтар», – обеспечение эксплуатационных служб ОАО «РЖД» каналами передачи данных, необходимыми для обеспечения информационного взаимодействия участников производственных процессов на железнодорожном транспорте.

ССС «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» планируется использовать для сбора информации с разнообразных датчиков, расположенных на контролируемых стационарных и подвижных объектах, и передачи ее в соответствующие центры обработки и анализа специализированной информации (на железнодорожных станциях, в отделениях дорог, управлениях дорог или информационном центре ОАО «РЖД»). Имеется возможность передачи информации и в обратном направлении (команды управления, оповещения и т. п.).

Таким образом, СССР обеспечивают предоставление услуг связи для решения следующих задач:

- организация технологических каналов передачи данных между диспетчерскими пунктами и контролируемыми объектами на территории России, стран СНГ и сопредельных государств;
- организация технологической документальной связи с мобильными объектами на территории России, стран СНГ и сопредельных государств;

- организация быстро развертываемой технологической документальной и телефонной связи при чрезвычайных ситуациях и в районах стихийных бедствий на территории СНГ.

Применение СССР «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» в системе технологической связи обеспечит:

- создание комплекса индивидуальных средств для связи персонала железнодорожных станций и со встроенными модулями спутникового позиционирования ГЛОНАСС/GPS;
- оперативную организацию сетей связи при проведении строительных и восстановительных работ на объектах железнодорожного транспорта (сокращение времени выполнения работ при авариях и крушениях поездов, при ликвидации последствий стихийных бедствий и террористических актов; координация действий всех служб дороги с наземными стационарными и подвижными узлами связи, а также с летательными аппаратами МЧС, МВД, гражданской авиации);
- построение сети передачи информации в интересах VIP-пользователей на подвижных объектах и в вагонах пассажирских поездов, в том числе:
  - многопрограммное цифровое телерадиовещание;
  - скоростной доступ в Интернет.

Применение СССР в системе мониторинга технического состояния объектов инфраструктуры обеспечит:

- построение сети ПД в системах мониторинга технического состояния удаленных и подвижных объектов, а также в системах охраны объектов инфраструктуры транспортного конвейера;
- построение резервных каналов ПД для повышения надежности систем мониторинга и охраны объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта;
- построение основных каналов ПД с удаленных объектов инфраструктуры, не имеющих устойчивых каналов с требуемыми параметрами;
- построение каналов ПД от диагностической аппаратуры, размещенной на поездных локомотивах и в пассажирских вагонах, в центры обработки информации;
- построение сети ПД в системах динамического мониторинга состояния железнодорожного полотна.

Структура взаимодействия СССР «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» с системами мониторинга и безопасности на железнодорожном транспорте показана на рис. 1.

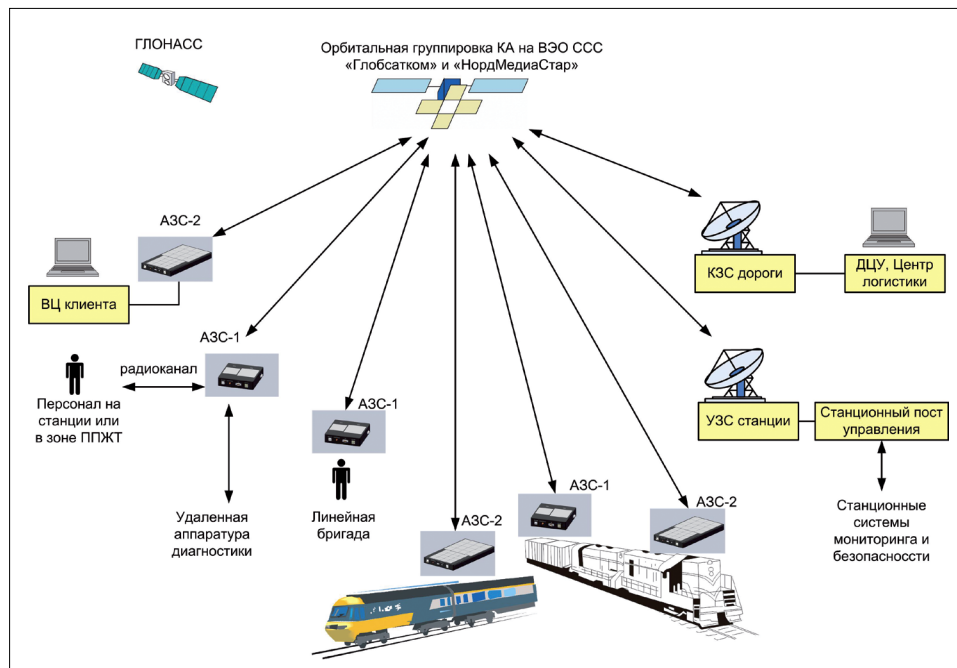
При решении задач мониторинга передвижений (за счет применения встроенных систем ГЛОНАСС/GPS) СССР обеспечит:

- построение сети передачи телеметрических данных реального времени для интервального регулирования движения поездов и контроля местоположения путе-ремонтных машин и ремонтных бригад;
- построение сети передачи телеметрических данных от устройств МАЛС маневровых локомотивов;
- построение сети передачи координат и временных данных в системе контроля местонахождения особо важных и опасных грузов.

Отметим, что все земные станции СССР «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» имеют встроенные блоки ГЛОНАСС/GPS (а в будущем и GALILEO) и являются унифицированным решением для решения задач ОАО «РЖД».

Применение СССР «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» в сервисных задачах ОАО «РЖД» позволяет обеспечить:

Рис. 1. Структура взаимодействия СССР «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» с системами мониторинга и безопасности



- периодическое (ситуационное) и непрерывное обучение персонала станций и железных дорог без отрыва от производства;
- организацию сети корпоративного теле- и радиовещания для работников;
- организацию сети сервисного теле- и радиовещания для пассажиров поездов;
- скоростной доступ в Интернет для пассажиров поездов.

## Оценка потребности ОАО «РЖД» в спутниковых каналах передачи данных

Потенциальные потребности в земных станциях для нужд ОАО «РЖД» можно оценить по общему количеству объектов мониторинга и пользователей. В соответствии с данными, приведенными в табл.1 [19] и др.), их число превышает 1 080 000.

Это дает возможность создания массовых, серийно выпускаемых и недорогих абонентских земных станций двух типов.

Станция АЗС-1 предназначена для передачи низкоскоростных данных и телефонии, приема программ ТВ/РВ (рис. 2), АЗС-2 – более высокоскоростная ЗС с дополнительной возможностью предоставления услуг Интернет, приема многопрограммного ТВ/РВ, многоканальной телефонии (рис. 3).

АЗС-1 – малогабаритная станция весом около 1 кг, размеры антенного элемента передающей части – 10×10 см, приемной – 8×8 см. Слежения за КА на ВЭО не требуется. На подвижных объектах АЗС-1 комплектуется модулями ГЛОНАСС/GPS. Для персонала ОАО «РЖД», работающего вне помещений, предусмотрено исполнение АЗС-1 в мобильном варианте. При серийном производстве цена АЗС-1 составит примерно 200 долл.

Антенная система АЗС-2 состоит из передающей 40×40 см и приемной 32×32 см ФАР, каждая из которых состоит из 16 элементов. Ширина диаграммы направленности одного элемента составляет 22,5×22,5°. Каждый передающий модуль содержит усилитель мощностью 2 Вт.

| Объекты мониторинга   | Количество, тыс. |
|---|------------------|
| Локомотивы  | 20               |
| Вагоны (всех типов)   | 900              |
| Контейнеры (всех типов)   | 100              |
| Железнодорожные станции   | 7                |
| Объекты путевой инфраструктуры, нуждающиеся в постоянном мониторинге                              | 20               |
| Охраняемые стационарные объекты железнодорожного транспорта, нуждающиеся в постоянном мониторинге | 10               |
| Стационарные объекты скрытого антитеррористического наблюдения                                    | 20               |
| Мобильные объекты ремонтно-восстановительных бригад   | 10               |
| <b>ВСЕГО</b>  | <b>1087</b>      |

Наведение и слежение ФАР за КА осуществляются либо по программе на основе данных ГЛОНАСС/GPS, либо с использованием автоматического когерентного сложения принимаемых сигналов на 16 ветвей пространственного разнесения и переносом фазового распределения с приемной ФАР на передающую. Ориентировочная масса АЗС-2 – 7 кг, стоимость – 1500 долл. при серийном производстве.

от датчиков через АЗС поступает в соответствующий центр СПД-М системы мониторинга, а оттуда – к потребителям. По обратному каналу информация поступает на АЗС и соответствующую аппаратуру систем мониторинга (например, команды на изменение режима работы датчиков или контролируемого объекта).

АЗС могут также использоваться для обмена речевой информацией на скорости

Таблица 1

Рис. 2. Внешний вид станции АЗС-1



Объем одного радиопакета АЗС-2 достаточен для обеспечения качественной передачи фотоснимков, поэтому АЗС-2 могут найти широкое применение в системах обеспечения сохранности перевозимых грузов.

АЗС взаимодействуют с различными датчиками системы мониторинга через адаптеры и цифровые каналы радиодоступа. Информация

2,4 кбит/с при достаточно высоком качестве речи.

Центры СПД-М оснащаются узловой земной станцией (УЗС) диапазона 6/4 ГГц с антеннами с диаметром 3,7 м. Количество центров СПД-М в ССС «Глобсатком» определяется решаемыми задачами и, по оценкам для нужд ОАО «РЖД», составляет не менее 260 единиц.

Рис. 3. Внешний вид станции АЗС-2



## Решение вопроса «последней мили»

Задача обеспечения доступа пользователей ОАО «РЖД» (персонала и технических средств систем мониторинга и безопасности) к ССС «Глобсатком» для передачи информации от аппаратуры мониторинга на АЗС решается за счет использования цифровых радиоканалов различных стандартов – Bluetooth, TETRA, DECT и др. – выполняющих функцию аппаратуры «последней мили».

## Эффективность внедрения ССС «Глобсатком» и «НордМедиаСтар»

### Технологический эффект:

- снижение отрицательного влияния «человеческого фактора»;
- динамический контроль показателей безопасной эксплуатации технических средств по показателям технического состояния;
- автоматический расчет остаточного ресурса до плановых видов ремонта;
- автоматическое прогнозирование состояния безопасности перевозок.

В итоге – сокращение количества нарушений безопасности движения и повышение качественных показателей эксплуатационной работы.

### Социальный эффект:

- повышение уровня техники безопасности обслуживающего персонала (монтеры пути, электромеханики СЦБ и службы «Э» и др.);
- оптимизация технологии содержания технических средств и снижение нагрузки на производственный персонал.

В итоге – уменьшение физической и психологической нагрузки на оперативный персонал, участвующий в технологическом процессе движения поездов, снижение травматизма персонала.

### Экономический эффект:

- сокращение затрат, связанных с ликвидацией последствий нарушений безопасности движения;
- уменьшение эксплуатационных расходов за счет снижения затрат

на неплановые ремонты и отказы технических средств в межремонтный период;

- увеличение срока службы используемых технических средств;
- оптимизация затрат на поддержание ресурсов и развитие инфраструктуры транспорта;
- сокращение выплат компенсации за гибель персонала, хищение или утрату перевозимых грузов.

В итоге – уменьшение себестоимости перевозок.

### Косвенный экономический эффект:

- создание технической и информационной основы для внедрения систем автоматизации оперативно-диспетчерских задач на станциях, т. е. решение целого ряда ранее недоступных задач автоматизации управления работой железнодорожных станций;
- создание инфраструктуры для построения систем перегонной автоблокировки с переменными границами блок-участков, что позволит повысить участковую скорость движения поездов.

На основе исследований, проведенных в Уральском отделении ВНИИЖТ, можно прогнозировать, что внедрение перечисленных задач позволит увеличить пропускную способность железнодорожных станций и перегонов на 20% без проведения капитальной реконструкции объектов инфраструктуры.

Затраты на развертывание ССС «Глобсатком» и «НордМедиаСтар» – около 35 млрд руб. в течение пяти лет. Такая же сумма потребуется для построения сетей доступа аппаратуры мониторинга и безопасности к АЗС. Таким образом, общие затраты составят 70 млрд руб.

Указанные ССС позволяют эффективно решить большую часть инфокоммуникационных задач РЖД, в том числе те, которые невозможно выполнить иными средствами (например, большинство задач обмена данными с подвижными объектами).

Другие варианты построения сети передачи данных для подсистем мониторинга и безопасности ОАО «РЖД», судя по имеющейся информации, являются более дорогими. На основании анализа материалов создания некоторых пилотных проектов можно ориентировочно оценить

затраты на создание системы технологической связи и подсистемы мониторинга на базе аппаратуры TETRA – около 95 млрд. рублей, т. е. стоимость строительства сетей TETRA вдоль линейно протяженных объектов, где в среднем на 1 км приходится один абонент, оказывается неподъемно высокой даже для такой крупной компании, как ОАО «РЖД» [10]. При этом задача мониторинга подвижных объектов не решается.

## Заключение

ССС «Глобсатком» и ССС «НордМедиаСтар» позволяют решить все инфокоммуникационные задачи ОАО «РЖД» по обеспечению безопасности движения и информационного обмена объектов РЖД. Мониторинг и безопасность реализуются в первую очередь системой «Глобсатком», мультимедийные услуги – системой «НордМедиаСтар». ■

## Литература

1. Камнев Е. Ф., Белов А. С., Аболищ А. И. Альтернативный подход к облику спутников связи с большими многолучевыми антеннами // Электросвязь. 2008. № 5.
2. Бобков В., Камнев Е., Белов А. «Глобсатком» – новая система спутниковой связи на базе КА на высоких эллиптических орбитах // Connect! 2007. № 12.
3. Бобков В., Камнев Е., Белов А. Широкополосная система спутниковой мультимедийной связи «НордМедиаСтар» с использованием космических аппаратов на В30 // Connect! 2008. № 12.
4. Розенберг Е. Н. Инновационные спутниковые технологии на службе безопасности движения поездов // Транспортная безопасность и технологии. 2007. № 3.
5. Камнев Е. Ф. и др. Система спутниковой связи. Российский патент. RU 72804 U1 с приоритетом от 27.12.2007.
6. Камнев Е. Ф. и др. Система спутниковой связи. Российский патент. RU 75812 U1 с приоритетом от 18.03.2008.
7. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года № 1734-р.
8. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года. Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 г. № 877-р.
9. Официальный сайт ОАО «РЖД» – <http://www.rzd.ru>.
10. Телекоммуникации. Московский информационный вестник. № 40 (537). Аналитический обзор публикаций о событиях телекоммуникационного рынка 06.10 – 12.10 2006 г.