

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ



*Е.Ф. Камнев,
генеральный
директор
ООО «Глобсатком»*



*А.С. Белов,
первый
зам. генерального
директора
ООО «Глобсатком»*



*В.Ю. Бобков,
генеральный
директор
ООО «Технологии
радиосвязи»*

Опыт последнего десятилетия показал, что надежды на исчезновение внешних и внутренних угроз безопасности России в связи с окончанием «холодной войны» явно не оправдываются. Международный терроризм, локальные военные конфликты на границах России, возрастающее давление США и НАТО – это те реальности, в которых мы сейчас живем, и те вызовы, на которые необходим адекватный ответ, в том числе – и в сфере укрепления обороноспособности РФ.

Одна из важнейших составляющих современной военной инфраструктуры любого государства, в т.ч. и России, – высокоэффективная автоматизированная система управления (АСУ) войсками, которая невозможна без помехозащищенной, мобильной системы военной связи с высокой пропускной способностью и широким спектром телекоммуникационных услуг. Без этого применение ВС против потенциальных противников в современных условиях становится неэффективным.

Важнейшими элементами системы связи ВС РФ являются системы спутниковой связи (ССС) чисто военного и двойного назначения (также работающие в интересах ВС РФ).

В экономически развитых странах совершенствованию и широкому внедрению этого рода связи уделяется большое внимание. В настоящее время РФ существенно отстает от передовых стран мира в использовании СССР для нужд обороны страны. В США, странах НАТО, Китае созданы и успешно функционируют (постоянно развиваясь и совершенствуясь) как специализированные помехозащищенные военные СССР с высокими тактико-техническими характеристиками (ТТХ), так и СССР двойного назначения, причем роль последних весьма велика. При их создании и постоянном совершенствовании применяются самые современные технические решения, основанные на использовании высоких технологий: широкое применение

микроэлектроники, фазированные антенные решетки (ФАР), обработка сигналов на борту ИСЗ, высокоэффективные средства помехозащиты, нанотехнологии, системы искусственного интеллекта, новые диапазоны частот, современные методы модуляции и кодирования и др. Все это и обеспечивает получение высоких ТТХ.

В РФ в настоящее время для нужд военной связи наряду с современными СССР, к сожалению, используются и СССР, построенные еще на технических и технологических решениях 80-х гг. XX в. Это не позволяет им конкурировать с современными СССР потенциальных противников. Из-за этого снижается эффективность боевого управления войсками, что ставит РФ в невыгодное положение перед лицом современных и прогнозируемых военных угроз – поскольку упомянутые российские СССР (построенные на технических и технологических решениях 80-х гг. XX в.) в настоящее время существенно уступают передовым зарубежным как по пропускной способности, так и по помехозащищенности.

Новые подходы к построению систем спутниковой связи военного и двойного назначения с космическими аппаратами на высокоэллиптических (ВЭО) и геостационарных (ГСО) орбитах с повышенными показателями помехозащищенности призваны при их реализации исправить сложившуюся неблагоприятную ситуацию.

Новизна этих подходов заключается в следующем:

1. Для размещения активного оборудования бортового ретрансляционного комплекса (БРТК) на космических аппаратах (КА) этих СССР предлагается установить контейнер (для КА на ВЭО в контейнере предусматривается также установка дополнительных элементов защиты активной части радиооборудования БРТК, а также активной части радиооборудования системы управления КА).

Габаритные размеры контейнера целесообразно взять 240x240x70 см (последний размер может меняться в зависимости от состава БРТК) – чтобы контейнер мог легко размещаться под обтекателем отечественных ракет-носителей).

2. На стороне контейнера, обращенной к Земле, располагаются пассивные плоские ФАР, используемые для построения всех передающих антенн (усилители мощности, размещаемые внутри контейнера, соединяются с антеннами через герморазъемы).

3. Ко всем четырем сторонам контейнера подсоединяются боковые панели размером



**Евгений Федорович
КАМНЕВ** р. 1935

Ученый, организатор работ в области спутниковой связи и телекоммуникационных систем.

Окончил Горьковский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ГГУ, 1957).

1957–1959 гг. – в Институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР (ИЗМИРАН).

1959–1979 гг. – в Московском научно-исследовательском институте радиосвязи (МНИИРС).

1976–1989 гг. – член Научно-технического совета ВПК.

1979–1989 гг. – в Научно-исследовательском институте систем связи и управления: первый зам. директора, зам. директора по научной работе.

1989–1992 гг. – в МНПО «Астра»: первый зам. генерального директора, одновременно генеральный директор Ассоциации «Марафон-Земля».

1991–2003 гг. – председатель Совета директоров ООО «Радионет».

1996–2003 гг. – член Совета директоров ОАО «Российская телекоммуникационная сеть».

С 2003 – генеральный директор ООО «Глобсатком».

Доктор технических наук, профессор. Академик Международной академии связи, действительный член Академии инженерных наук РФ.

Лауреат Государственной премии СССР.

Почетный радист СССР.

Награжден орденами Ленина, «Знак Почета».



**Александр Сергеевич
БЕЛОВ** р. 1938

Окончил Московский энергетический институт (1961) по специальности «Радиофизика и электроника».

1961–1992 гг. – в Московском НИИ радиосвязи – инженер, старший инженер, ведущий конструктор, начальник лаборатории, начальник отдела, начальник отделения.

1982–1991 гг. – начальник отдела в НИИ систем связи и управления.

1991–1992 гг. – начальник отдела в Московском научно-исследовательском радиотехническом институте НПО «Астра».

1992–2006 гг. – начальник НТЦ в Московском НИИ связи.

С 2007 г. – первый заместитель Генерального директора ООО «Глобсатком» (г. Москва).

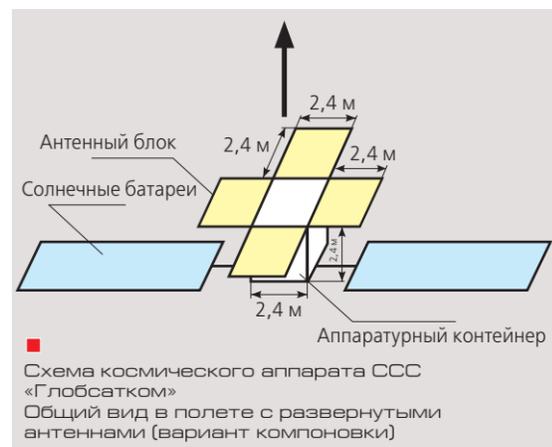
Кандидат технических наук.

240x240x5(10) см, на которых располагаются пассивные плоские ФАР, используемые для построения всех приемных антенн (выходы сумматоров этих ФАР через герморазъемы подсоединяются ко входам активного прием-

ного оборудования всех каналов, размещаемого в контейнере, включая оборудование для построения адаптивных приемных ФАР с цифровой обработкой сигналов ветвей пространственного разнесения, с наведением «нулей» диаграммы направленности на помехи от наземных источников, оборудование устройств когерентного с весом сложения сигналов ветвей пространственного разнесения – так называемых «когераторов»; в контейнере же размещается и радиоАТС).

На основе новых подходов к конструированию КА специалистами ООО «Глобсатком» разработаны облики семи ССС различного назначения (не только для ВС РФ, но и двойного назначения) с исключительно высокими проектными ТТХ.

Создание всех этих ССС (включая их и космический и земной сегменты) в ближайшие 3–4 года вполне под силу российским предприятиям космической отрасли (ОАО «ИСС им. М.Ф. Решетнева», ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королева, ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», ОАО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», ОАО «Военно-промышленная корпорация «НПО машиностроения») и предприятиям – разработчикам и производителям земных станций (ЗС) спутниковой связи различных типов и в различных диапазонах частот. Многие отечественные предприятия имеют большой опыт разработки и производства аппаратуры на базе микроэлектроники (в основном, это предприятия зеленоградского «куста»). Среди них особо хотелось бы выделить ГУП «Элвис», имеющее тесные контакты с передовыми зарубежными фирмами, владеющими предприятиями по производству больших интегральных схем (СБИС) – ЧИПов, что дает возможность производить на них СБИС для вышеуказанных ССС на основе программных продуктов ГУП «Элвис» (совместное производство).



Владимир Юрьевич БОБКОВ р. 1968

Окончил Московский энергетический институт (1993) по специальности «Радиофизика и электроника».
1993–1994 гг. – инженер ГKB НПО «Энергия» им. С.П. Королева (г. Королев).
1994–2003 гг. – ОАО «Газком» (г. Королев).
2003–2004 гг. – технический директор ООО «АРД Сатком Сервис», 2004–2007 г. – технический директор ООО «МВСатком» (Москва).
С 2008 г. – генеральный директор ООО «Технологии радиосвязи» (Москва).
Кандидат технических наук.

Это позволит строить аппаратуру ССС (КА и ЗС) на самом современном уровне, не уступающем техническому и технологическому уровню ССС передовых зарубежных стран.

Разработка, создание и ввод в эксплуатацию вышеуказанных ССС в ближайшие 3–4 года, без сомнения, резко укрепит оборонную мощь России, поскольку все эти ССС в совокупности дадут возможность на качественно новом уровне решать задачи современной системы управления ВС РФ, а также задачи в интересах национальной безопасности РФ.

Использование на борту КА адаптивных ФАР и когераторов позволит в десятки раз увеличить эффективную площадь приемных антенн на КА и, соответственно, уменьшить мощности передатчиков ЗС, что резко снизит их стоимость и энергопотребление. Помимо этого, как уже отмечалось выше, применение адаптивных ФАР на КА обеспечит «вырезание» помех, приходящих от наземных источников (до 60 дБ), и, таким образом сделает эти ССС практически неуязвимыми для любых помех от наземных источников (абсолютная помехозащищенность).

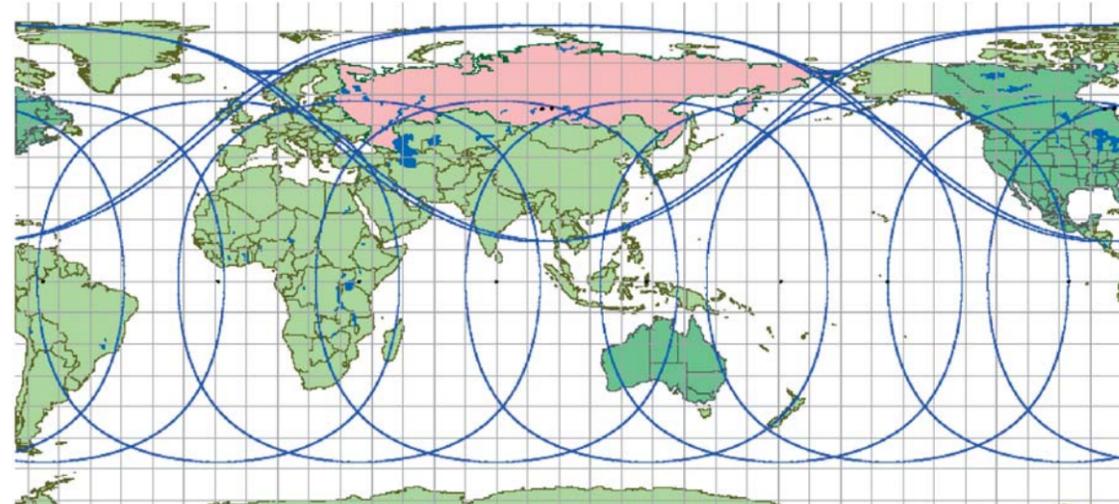
В последние годы специалистами организации «Глобсатком» разработаны облики нескольких систем спутниковой связи для военных и гражданских целей.

Глобальная система спутниковой связи (ГССС) в диапазоне 7/8 ГГц в интересах национальной безопасности

ГССС планируется строить на базе четырех синхронизированных КА на ВЭО и КА на ГСО.

ГССС предназначена для обслуживания пользователей на стационарных и подвижных объектах в любой точке земного шара.

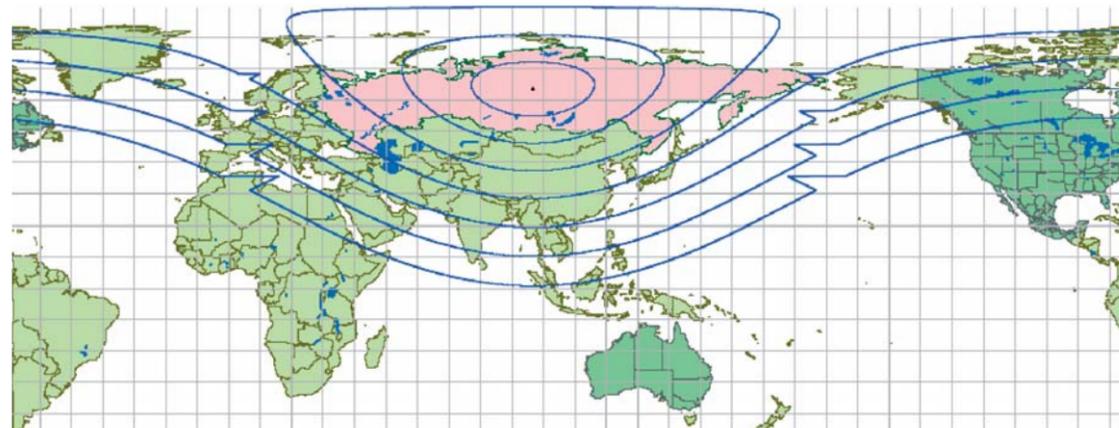
Общее число обслуживаемых пользователей (речь, данные, видео) – свыше 1 млн (с



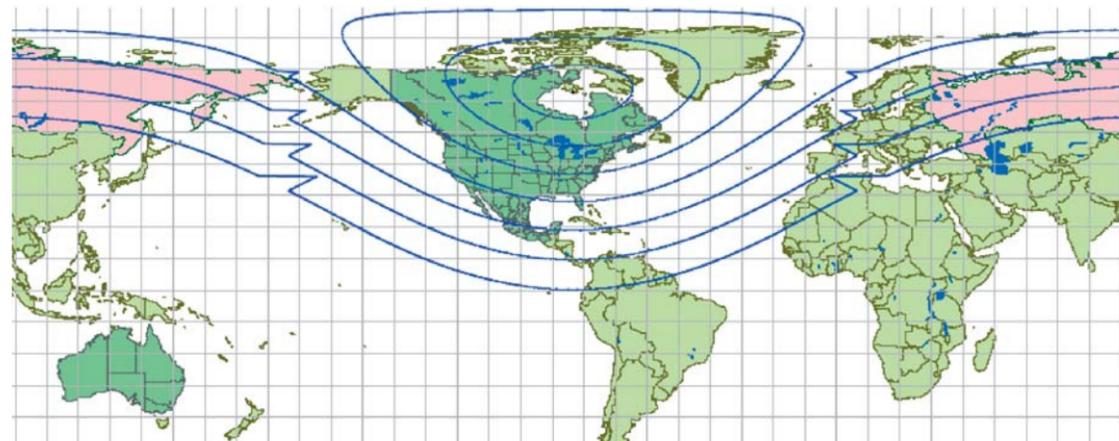
■ Зона обслуживания всей группировки из 8 КА на ГСО (угол места 20°) и 4 КА на ВЭО (угол места 40°)

радиоАТС на КА). Скорость передачи информации в каждом из десяти тысяч каналов ГССС – 500 кбит/с. Помехозащищенность всех каналов ГССС – абсолютная (при действии любых средств РЭП потенциального противника).

ГССС может быть создана за 6 лет в две очереди. Предполагается, что первая очередь будет включать в свой состав четыре КА на ВЭО (орбита типа «Молния») и три КА на ГСО, видимых



■ Зона обслуживания КА на ВЭО (апогей, угол места 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°) основной виток



■ Зона обслуживания КА на ВЭО (апогей, угол места 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°) сопряженный виток

с территории РФ. Вторая очередь будет включать в свой состав пять КА на ГСО (не видимых с территории РФ). Привязку этих КА к территории РФ планируется осуществлять с использованием межспутниковых широкополосных линий связи в диапазоне 60 ГГц, а также арендованных широкополосных каналов в международных волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС).

В ГССС предлагается иметь шесть типов ЗС – от малогабаритных ЗС с минимальным диаметром антенны 40 см (абонентские), до ЗС с диаметром антенны 3,7 м (центральные и координирующие).

ССС в диапазонах дециметровых волн (ДМВ) (около 200 МГц) и 7/8 ГГц в интересах воинских контингентов ВС РФ

Эта ССС действует в зонах приграничных военных конфликтов, дислоцирующихся в лесистой местности, где затруднено использование более высоких частот.

ССС планируется строить на базе четырех синхронизированных КА на ВЭО. Эта ССС предназначена для обслуживания как индивидуальных пользователей, так и пользователей на подвижных объектах (при их движении по лесным дорогам). Возможная зона обслуживания – вся территория РФ, территории сопредельных государств.

Общее число обслуживаемых пользователей (речь, данные, видеоконференцсвязь) – около 200 тыс. (как и ГССС – с радиоАТС на КА).

Скорость передачи информации в каждом из тысячи каналов ССС – 20 кбит/с, помехозащищенность всех ее каналов – абсолютная.

Все ЗС данной ССС – малогабаритные (с массой не более 1 кг), индивидуального пользования. Их приемные и передающие антенны могут располагаться на каске.

ССС в определенной степени следует рассматривать как дополняющую ГССС при обслуживании пользователей на территории РФ и сопредельных государств в районах возможных приграничных конфликтов в лесистой местности.

Рассматриваемая ССС может быть создана за 3–4 года.

ССС в диапазонах ДМВ (около 200 МГц) и 4/6 ГГц в интересах лесопромышленного комплекса

Эта ССС практически аналогична предыдущей. Она также строится на базе использования четырех синхронизированных КА на ВЭО и предназначена для обслуживания как индивидуальных пользователей, так и пользователей на подвижных объектах. Разница между этими двумя ССС заключается лишь в некотором различии рабочих частот ДМВ диапазона (сдвиг частот на 25–30 МГц) и в том, что для связи с центральными станциями используется диапазон 4/6 ГГц, а не диапазон 7/8 ГГц.

Общее число обслуживаемых пользователей (речь, данные, медленное видео) – около 200 тыс. (также с радиоАТС на КА).

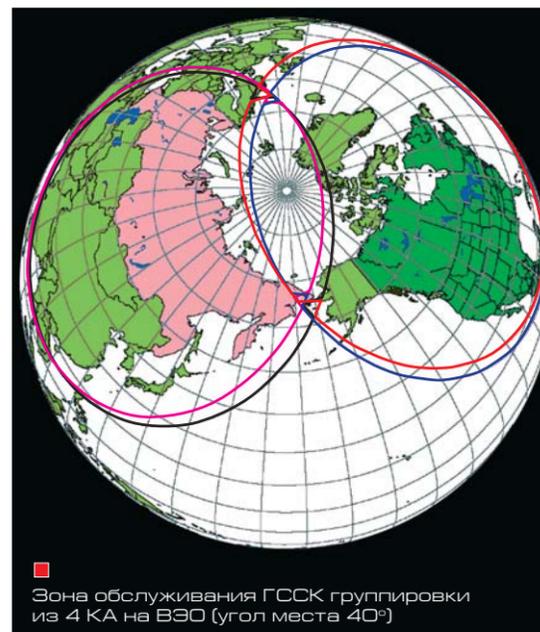
Скорость передачи информации в каждом из тысячи каналов рассматриваемой ССС – 20 кбит/с, помехозащищенность всех ее каналов – абсолютная.

Данную ССС предполагается строить как коммерческую, но двойного назначения. Она может быть создана за 3–4 года.

ССС «Глобсатком» в диапазонах S (2 ГГц) и 4/6 ГГц

ССС «Глобсатком» строится на базе использования четырех синхронизированных КА на ВЭО и состоит из трех функционально независимых подсистем, объединенных в составе единого космического комплекса на ВЭО, и наземных средств управления и контроля:

- подсистема мониторинга с малогабаритными абонентскими ЗС (с диаметром антенны около 10 см), устанавливаемыми на стационарные и подвижные объекты мониторинга;
- подсистема спутникового непосредственного цифрового телевизионного вещания (16 каналов стандарта MPEG-4 со скоростью передачи информации 1,5 Мбит/с каждый) с малогабаритными приемными ЗС (с диаметром антенны около 40 см), устанавливаемыми на стационарных и подвижных объектах пользователей (включая легковые автомобили);
- подсистема спутникового непосредственного цифрового радиовещания (60 каналов со

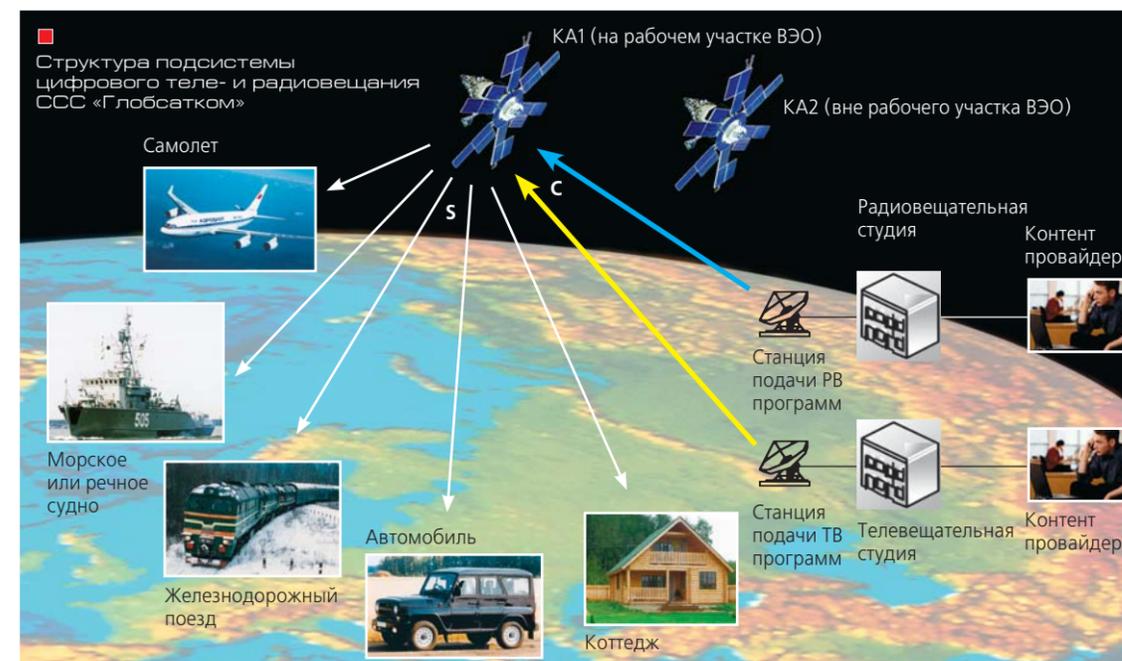


Зона обслуживания ГССС группировки из 4 КА на ВЭО (угол места 40°)

скоростью передачи информации 96 кбит/с каждый) с такими же антеннами, что и подсистема ТВ.

ССС предполагается строить как коммерческую, но двойного назначения. Она сможет обеспечить обслуживание нескольких миллионов абонентов, в том числе, подсистема мониторинга – свыше 1 млн объектов мониторинга.

В ССС «Глобсатком» могут также функционировать и приемные малогабаритные ЗС, обеспечивающие одновременно прием 16 цифровых ТВ-каналов и 60 цифровых каналов радиовещания (РВ).



При установке на объектах пользователей ЗС для приема ТВ и РВ каналов и передающей ЗС из подсистемы мониторинга становится возможным реализовать режим приема ТВ и РВ программ по запросу, а также доступ к сети Интернет.

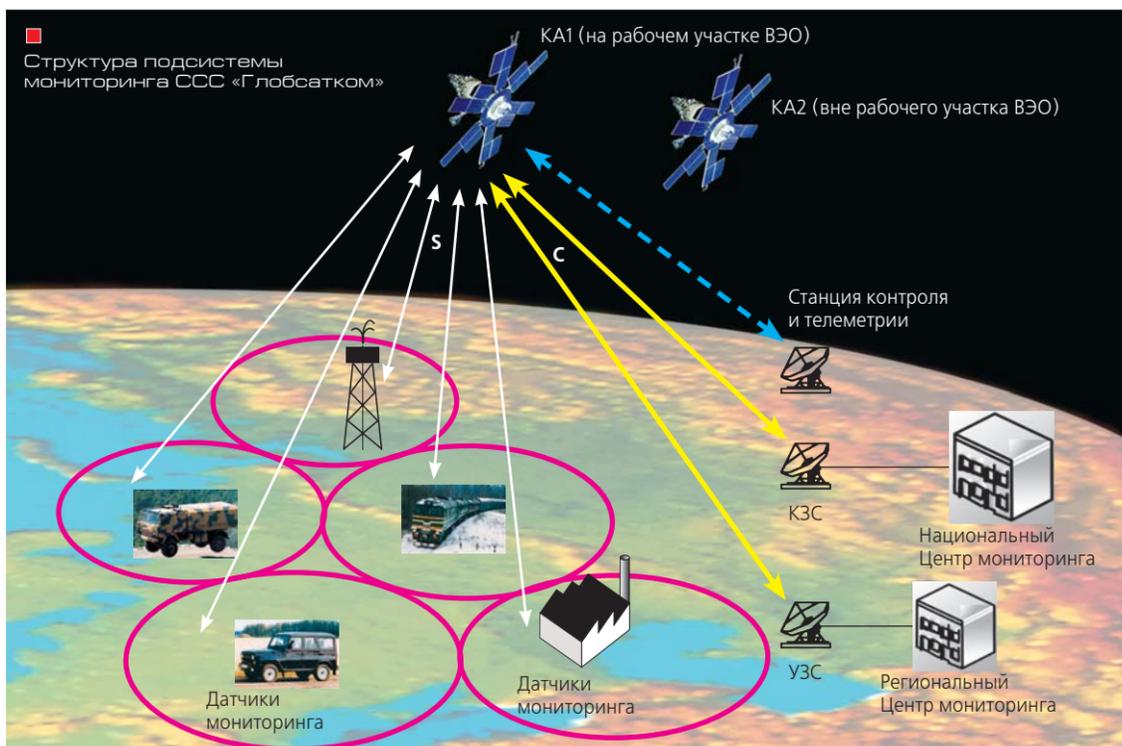
ССС «Глобсатком» через КА, находящийся вблизи апогея на основном витке (над Восточной Сибирью), обеспечит радиоосвещенность всей территории РФ, территорий сопредельных государств, большей части Северного Полярного бассейна, а через КА, находящийся вблизи апогея на сопряженном витке (над севером Канады), обеспечит радиоосвещенность всей территории Канады, северных штатов США, Гренландии и большей части Северного Полярного бассейна. Таким образом, данная ССС может обслуживать полеты самолетов по трансполярным и кроссполярным авиатрассам.

Она может быть создана за 3–4 года.

ССС «Нордмедиастар» в диапазонах 4/6 ГГц, 11/14 ГГц и 1,5/1,6 ГГц

ССС строится на базе использования четырех синхронизированных КА на ВЭО и состоит из пяти функционально независимых подсистем, объединенных в составе единого космического комплекса на ВЭО и наземных средств управления и контроля:

- подсистема спутникового непосредственного цифрового телевизионного и радиовещания (200 цифровых каналов стандарта MPEG-4 со скоростью передачи информации



1,5 Мбит/с каждый и 400 цифровых каналов со скоростью передачи информации 96 кбит/с каждый) с абонентскими ЗС с эквивалентным диаметром антенны около 1,2 м, устанавливаемыми на стационарных и подвижных объектах пользователей, работающих или только в режиме приема или в режиме приема/передачи (с организацией запросного канала 8 Мбит/с);

– подсистема высокоскоростного доступа к сети Интернет для пользователей (общее количество – до 5 млн) на стационарных и подвижных объектах с абонентскими ЗС с эквивалентным диаметром антенны около 1,2 м, скоростью передачи информации в запросном канале 8 Мбит/с, в ответном канале – 43 Мбит/с;

– подсистема для организации корпоративных мультисервисных сетей для пользователей (общее количество – свыше 2 млн) на стационарных и подвижных объектах с абонентскими ЗС с эквивалентным диаметром антенны около 1,2 м, скоростью передачи информации в канале «периферия Центр» 8 Мбит/с, в ответном канале – 43 Мбит/с;

– подсистема для организации корпоративных мультисервисных сетей для пользователей на стационарных и подвижных VIP-объектах (общее количество – до 10 тыс.) с малогабаритными абонентскими ЗС с эквивалентным диаметром антенны 40 см, скоростью передачи информации в канале «периферия Центр» 1 Мбит/с (всего каналов – 16), в ответном канале – 1 Мбит/с (всего каналов – 3);

– подсистема для организации обмена теле- и радиовещательными программами между студиями при работе через ЗС с диаметром антенны около 3,7 м, скоростью передачи информации 43 Мбит/с. Общее количество обслуживаемых студий – несколько десятков.

ССС «Нордмедиастар» обеспечивает радиоосвещенность тех же участков земной поверхности, что и ССС «Глобсатком» (при включении в работу двух КА – на основном и сопряженном витках). Ее предполагается строить как коммерческую, но двойного назначения.

Рассматриваемая ССС может быть создана за 3–4 года.

Специалистами ООО «Глобсатком» в настоящее время сформирован облик ССС, аналогичной ССС «Нордмедиастар», но с КА на ГСО, с размещением этих спутников в точках на ГСО, предназначенных для РФ, – с постепенной заменой КА типа «Экспресс-АМ» (после выработки ими своего гарантийного ресурса) на КА новой ССС (в тех же частотных диапазонах, что и ССС «Нордмедиастар», – 4/6 ГГц, 11/14 ГГц и 1,5/1,6 ГГц).

Наличие на борту этих новых КА адаптивных ФАР с режекцией помех (до 60 дБ) и устройств когерентного с весом сложения сигналов большого числа ветвей пространственного

разнесения позволит упростить процедуру согласования орбитально-частотного ресурса КА данной ССС с существующими ССС (работающими в диапазонах 1,5/1,6 ГГц, 4/6 ГГц и 11/14 ГГц) или с планируемыми к разработке аналогичными ССС.

В данной ССС (и во всех вышерассмотренных) сравнительно просто обеспечить повышение их пропускной способности в 2 раза – за счет использования и на КА и на ЗС антенн с двумя ортогональными поляризациями. При этом соответственно должен быть увеличен примерно вдвое (до 15 кВт) энергетический ресурс источника энергоснабжения КА.

Можно сравнительно легким путем добиться также удвоения числа ветвей пространственного разнесения на КА (за счет использования не четырех, а восьми боковых приемных панелей размером 240x240 см). Это позволит существенно уменьшить мощность передатчиков на ЗС и тем самым снизить стоимость этих ЗС при создании их следующего поколения.

В ООО «Глобсатком» рассматривается также облик нового бортового ретрансляционного комплекса для подсистемы «Арктика-М» (в диапазонах 400 МГц, 1,7 ГГц и 7/8 ГГц), использующей два КА на ВЭО (орбита типа «Молния») и входящей в состав многофункциональной космической системы «Арктика».

Реализация описанных выше конструктивных решений по построению КА, адаптивных ФАР и когераторов позволит резко повысить пропускную способность подсистемы «Арктика-М» (примерно на порядок по сравнению с ее прототипом «Электро-Л») и в результате сделать ее самоокупаемой за счет возможности передачи через нее большого количества разнообразной платной гидро-метео-информации спутникового мониторинга. При разработке для подсистемы «Арктика-М» нового парка ЗС на современной элементной базе эту подсистему можно использовать и в интересах ВС РФ – т.е. сделать ее как систему двойного назначения с высокой степенью помехозащищенности.

Создание в течение ближайших 4–6 лет предложенных выше новых помехозащищенных систем спутниковой связи с высокой пропускной способностью на базе применения новых технических решений позволит обеспечить ВС РФ надежной спутниковой связью и не только полностью ликвидировать наметившееся техническое и технологическое отставание в этой области от потенциальных противников, но и резко повысить живучесть и надежность системы управления ВС РФ, доведя их до уровня передовых зарубежных стран.

