

Выводы

1. Создание опытных и серийных образцов бортовой и наземной лазерной аппаратуры предусмотрено ФЦП «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 гг.».

2. Вопрос создания лазерного ГЛОНАСС и, следовательно, достижения мирового лидерства в части потенциальной точности эфемеридно-временного обеспечения – реальная перспектива ближайшего времени.

Библиографические ссылки

1. Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС : федер. целевая программа на 2012–2020 гг. [Электронный ресурс] URL: <http://www.federal-space.ru/main.php?id=24>.

2. Чубыкин А. А., Рой Ю. А., Корнишев О. М., Падун П. П. Использование бортовых лазерных измерительно-связных средств для повышения точности и оперативности ЭВО спутников системы ГЛОНАСС // ЭВ&ЭС. 12.07.2007. С. 25–30.

3. Шаргородский В. Д., Чубыкин А. А., Сумерин В. В. Межспутниковая лазерная навигационно-связная система // Аэрокосмический курьер. 2007. № 1 (49). С. 88–89.

4. Лазерная синхронизация времени / А. А. Чубыкин, В. И. Воробьев, В. И. Ефимкин и др. // НТ – сборник РКТ. Сер. VI. 1982. Вып. 3. С. 28–33.

5. Садовников М. А., Сумерин В. В. Беззапросные квантово-оптические системы контроля и передачи шкал времени ГЛОНАСС // Вестник ГЛОНАСС. 2012. № 3 (7). С. 39–42.

6. Рой Ю. А., Садовников М. А., Шаргородский В. Д. Сеть лазерной дальнометрии – основа улучшения геодезического и эфемеридно-временного обеспечения ГЛОНАСС // Вестник ГЛОНАСС. Спецвыпуск. Сентябрь 2012 г. С. 50–54.

References

1. *Podderzhaniye, razvitiye i ispol'zovaniye sistemy GLONASS (Maintenance, development and use of the GLONASS system). Federal Program for 2012–2020.* Available at: <http://www.federal-space.ru/main.php?id=24>.

2. Chubikin A. A., Roy Y. A., Kornishev O. M., Padun P. P. *EV&ES*, 12.07.2007, pp. 25–30.

3. Shargorodsky V. D., Chubikin A. A., Sumerin V. V. *Aerokosmicheskiy kur'yer*. 2007, no. 1 (49), pp. 88–89.

4. Chubikin A. A., Vorobiev V. I., Efimkin V. I. et al. *NT – RKT collected papers*, 1982, vol. 3, ser. VI, pp. 28–33.

5. Sadovnikov M. A., Sumerin V. V. *Vestnik GLONASS*. 2012, no. 3 (7), pp. 39–42.

6. Roy Y. A., Sadovnikov M. A., Shargorodsky V. D. *Vestnik GLONASS. Special bulletin*, September 2012, pp. 50–54.

© Шаргородский В. Д., Косенко В. Е., Садовников М. А., Чубыкин А. А., Мокляк В. И., 2013

УДК 629 783.01:525:527

АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ МОБИЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС

В. Е. Косенко, В. И. Лавров, В. Е. Чеботарев

ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева
Россия, 662972, г. Железногорск Красноярского края, ул. Ленина, 52

E-mail: chebotarev@iss-reshetnev.ru

Проведен анализ проблем организации мобильной связи в интересах массовых потребителей и совместимости различных видов и служб связи.

Представлена архитектура перспективного аэрокосмического мобильного информационного комплекса, обеспечивающего комплексирование сотовой связи с космической связью и навигацией и размещаемого на привязном аэростате.

Такое взаимодействие является эффективным и экономичным и может повысить качество обслуживания пользователя в городской среде и в пригородных районах с помощью наземных мобильных систем связи, в то время как спутниковое обслуживание может быть использовано в сельской местности и в тех местах, где наземное мобильное обслуживание не доступно или не экономично. За счет такого объединения повышается надежность и информативность линий сотовой связи с различными стандартами.

Ключевые слова: мобильная связь, сотовая связь, космическая связь и навигация, привязной аэростат.

THE AEROSPACE MOBILE DATA EXCHANGE COMPLEX

V. E. Kosenko, V. I. Lavrov, V. E. Chebotarev

JSC "Academician M.F. Reshetnev "Information Satellite Systems"
52 Lenin str., Zheleznogorsk, Krasnoyarsk region, 662972, Russia.
E-mail: chebotarev@iss-reshetnev.ru

The authors performe the analysys of mobile communication creation for the good of the mass consumers and compatibility of different communication types and sevicees.

The architecture of the advanced aerospace mobile data exchange complex located on tethered aerostat. This complex is to provide for the interconnection of cellular communications with satellite communications and to provide the user with the navigation data.

This interconnection is effective, efficient and can improve the quality of user service in urban environment and suburbs using ground mobile communication systems, while satellite services could be used in rural area and in those areas, where ground mobile service is not available or inefficient. The reliability and information capability of cellular communication lines with different standard can be improved by means of this integration.

Keywords: mobile communication, cellular communication, space communication and geodesy, tethered aerostat.

Мобильные спутниковые системы связи используются во всем мире для организации спутниковой связи в региональной зоне или в глобальном масштабе [1]. То есть, пользовательский терминал подвижного потребителя имеет возможность направлять и получать вызовы через спутники вне зависимости от географических, экономических или политических границ. Однако достаточно высокая стоимость спутниковых услуг мобильной связи ограничила область их использования в основном ведомственным классом потребителей. Поэтому для массовых (персональных) потребителей в настоящее время получили широкое распространение различные виды системы наземной мобильной связи: сотовые системы, персональные системы связи и другие наземные мобильные системы [1]. Зона наземных систем связи в основном ограничивается теми областями обслуживания, которые имеют ретрансляторы наземного базирования, размещаемые на высотных сооружениях (мачты, башни, высотные дома...). Эти области мобильного обслуживания неизбежно будут относительно малы, располагаясь в основном в городах и вдоль дорог с интенсивным движением. Наземные мобильные системы не обеспечивают совершенной зоны обслуживания, особенно на границе областей ячеек, и, более того, многие имеют пропуски и провалы в областях обслуживания из-за местных условий, приводящих к блокировке каналов связи, или по другим причинам. Результатом является пропуск вызовов и негарантированное обслуживание при нахождении пользователей в этих граничных областях или провалах.

В разных системах сотовой связи используются разные технологии множественного доступа [1]. Традиционные аналоговые системы сотовой связи, основанные на стандартах AMPS и TACS, используют технологию частотного разделения каналов. Совсем другие технологии применяются в цифровых системах сотовой связи. Самая распространенная называется технологией многостанционного доступа с временным разделением каналов (TDMA). В группу

стандартов цифровой связи TDMA входят наиболее популярные стандарты: GSM, NMT-450 (UMC) и D-AMPS. Одновременно быстрыми темпами развиваться еще одна система сотовой цифровой связи, основанная на технологии кодового разделения каналов – стандарт CDMA. В этой системе все телефонные разговоры как бы «перемешаны» в общем широкополосном сигнале, из которого каждый телефонный аппарат выделяет предназначенную ему часть благодаря присвоенному уникальному коду.

Особенность отечественных условий – параллельное развитие чуть ли не всех существующих в мире стандартов сотовой связи. Произошло это по многим причинам – здесь и трудности с диапазонами частот, и стоимость оборудования, и особенности географии, и конкуренция иностранных производителей аппаратуры связи на новом рынке. В итоге во многих городах России высотные сооружения превращаются в «сборище» разнообразных антенн, работающих в различных диапазонах длин волн. Это приводит к серьезным проблемам электромагнитной совместимости и ухудшению связи в каждой из сетей [1].

Поэтому существует логическая необходимость во взаимодействии спутниковых и наземных мобильных систем связи, обеспечив перекрытие спутниковыми ячейками узлов связи наземные ячейки. Такое взаимодействие является эффективным и экономичным и может повысить качество обслуживания пользователя в городской среде и в пригородных районах с помощью наземных мобильных систем связи, в то время как спутниковое обслуживание может быть использовано в сельской местности и в тех местах, где наземное мобильное обслуживание не доступно или не экономично.

В этом случае пользователь может выбрать либо использование спутниковой линии связи, либо наземной линии связи, для чего необходим двухкомплектный или многорежимный терминал пользователя. Однако такой пользовательский терминал имеет уве-

личенную стоимость, массу и энергопотребление при ограниченной информативности.

Таким образом, задача удовлетворительного обеспечения мобильной связи массовых потребителей требует максимальной совместимости работы спутниковой мобильной связи с наземными системами мобильной связи.

1. Построение беспроводных сетей передачи информации с использованием привязных аэростатов. Очевидным путем расширения области покрытия беспроводной сети радиосвязи является подъем базовой станции, с тем, чтобы обеспечить прямую видимость для максимального числа пользователей. В последнее время в России, Европе, США и Японии прорабатываются концепции использования аэростатной техники в качестве несущих телекоммуникационных платформ или высотных платформ. Аэростаты обеспечивают высотное положение передатчиков и ретрансляторов и способны заменить десятки и сотни типовых мачт. Количество аэростатных телекоммуникационных платформ существенно меньше количества мачт-антенн. Качество передаваемого сигнала через высотную телекоммуникационную платформу аналогично по характеристикам спутниковому радиоканалу. С помощью аэростатных систем можно комплексно решать задачи телекоммуникационного и информационного обеспечения в условиях, где невозможно или нецелесообразно прокладывать кабель. В настоящее время применяются следующие технологии разработки высотных платформ для организации региональных беспроводных сетей: стратосферные дирижабли, беспилотные самолеты, привязные аэростаты [1].

Стратосферные дирижабли с соответствующим телекоммуникационным оборудованием базовых станций, поднимаясь на высоту от 15 до 25 км, создают весьма обширную зону покрытия, позволяющую реализовывать глобальные сети. Однако имеются следующие недостатки – длительные сроки разработки (несколько лет), высокая стоимость (десятки миллионов долларов), проблемы с удержанием станции и стабилизацией положения, проблемы энергоснабжения, а также необходимость в точной системе наведения в случае, если используется массив антенн для создания сотовых структур.

Беспилотные самолеты – это легкие самолеты, значительно меньшие аэростатов, снабжаемые обычно энергией от солнечных батарей. Они должны лететь против ветра или по кругу ограниченного диаметра в целях позиционирования над выбранной зоной обслуживания. Основной проблемой этой технологии является необходимость накопления энергии для ночной работы. Автономность солнечных самолетов пока еще только изучается. Другие недостатки – примерно те же, что и в случае стратосферных дирижаблей.

Привязные аэростаты – это наиболее простая и дешевая технология реализации высотных платформ, при которой в основном решается проблема удерживания станции. Кроме того, привязной трос

позволяет легко осуществлять подачу питания на станцию и доставлять данные к ней и от нее (путем оптоволокну, размещенного внутри троса). Основной проблемой этой технологии является исключение помех полетам самолетов, т. е. эксплуатация подобных платформ возможна только в зонах, свободных от авиатрасс, или в периоды, когда рабочая зона покрытия и рабочие высоты свободны от полетов.

Использование привязных аэростатов для создания телекоммуникационных сетей имеет следующие основные преимущества по сравнению с традиционными методами размещения базовых станций на высотных сооружениях:

- расширение зоны покрытия и уменьшение теневых зон;
- возможность организации опорной сети за счет связи между сетью аэростатов с помощью высокоскоростных линий (в оптическом или радиодиапазонах);
- уменьшение помех от наземных РЭС (до 5–18 дБ);
- экологичность – минимизация вредных воздействий электромагнитного излучения на природу и человека (по сравнению с наземными радиосетями);
- многофункциональность (создание телекоммуникационной сети, видеонаблюдение за транспортными потоками, контроль государственных границ, обнаружение очагов пожаров, мониторинг окружающей среды, разворачивание новых дециметровых каналов телевидения).

Беспроводная коммуникационная сеть с использованием привязных аэростатов (см. рисунок) включает следующие основные компоненты:

- гелиевый аэростатный носитель;
- базовая станция с широкополосным радиооборудованием для организации сотовой связи и другого дополнительного оборудования (при необходимости) и системой стабилизации положения антенн;
- привязной трос, обеспечивающий удержание аэростата, энергоснабжение и, в некоторых случаях, передачу данных по оптическому кабелю, расположенному внутри троса;
- лебедка для подъема и опускания аэростата;
- причальное устройство для удержания аэростата на земле.

При мобильном варианте реализации причальное устройство и лебедка располагаются в кузове специально оборудованного автомобиля.

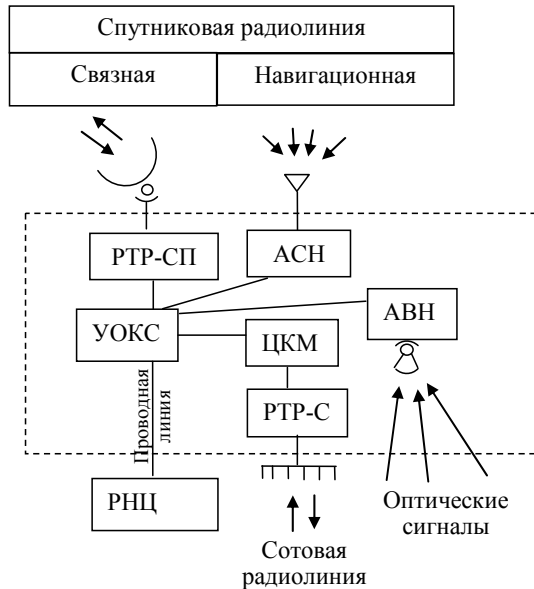
Одними из примеров успешной реализации таких систем являются:

1) БАРС, Москва, Россия. Длина троса – до 1 км. Испытания проведены в 1999 г., система успешно функционирует, обеспечивая зону покрытия диаметром 50–70 км.

2) ARC (Airborn Relay Communications) system, продукт Platform Wireless International. Длина троса – до 4,6 км. Успешные испытания проведены в 2001 г. в Сан-Диего, США. Цель проекта – развертывание аэростатной беспроводной сети над территорией Бразилии.

3) SkyLING. В ходе проекта будет развернута сеть из 18 привязных аэростатов над территорией Велико-

британии. Каждый аэростат, удерживаемый тросом длиной до 1,5 км, обеспечит зону покрытия (соту) диаметром до 65 км. Первая очередь данной сети запущена в 2004 г.



Аэрокосмический комплекс

2. Аэрокосмический мобильный информационный комплекс. Аэрокосмический мобильный информационный комплекс (шифр «Аэрокосм») осуществляет дистанционное информационное обеспечение локальной зоны, размещаемой в любом регионе поверхности земли и в первую очередь в малонаселенных и труднодоступных районах, а также в районах стихийных бедствий, как на постоянной, так и на временной основах [2].

Дистанционное информационное обеспечение подразумевает радиосвязь, радиотрансляцию, телетрансляцию, навигацию, наблюдение, обнаружение в локальной зоне с организацией по спутниковым радиолиниям информационной связи с удаленными наземными службами.

Комплекс «Аэрокосм» строится на объединении принципов информационного обеспечения подвижных потребителей с использованием эксплуатируемых в настоящее время космических систем связи, навигации, наблюдения и систем наземной сотовой радиосвязи через радиоинформационный комплекс, размещаемый на высотной платформе (привязной аэростат). За счет такого объединения повышается надежность и информативность линий сотовой связи с различными стандартами.

Базовая конфигурация комплекса «Аэрокосм» (см. рисунок) содержит множество пользовательских терминалов сотовой связи с различными стандартами, радиоинформационный комплекс (РИК), размещаемый на аэростате, элементы эксплуатируемых спутниковых систем связи и навигации: орбитальная

группировка спутников связи и навигации, наземные спутниковые станции связи.

Группа спутников связи может включать в себя спутники на низких, средних и геостационарных орбитах, а также на высокоэллиптических орбитах, осуществляющие информационный обмен между пользовательскими терминалами сотовой связи через РИК с наземными спутниковыми станциями связи.

Группа спутников навигации включает в себя спутники навигационных космических систем ГЛОНАСС/GPS, которые обеспечивают в режиме свободного доступа определение пространственного и углового положения аэростатного комплекса при его оснащении серийной аппаратурой спутниковой навигации (АСН), работающей по сигналам в режиме фазовых измерений [3].

Региональный наземный центр (РНЦ) размещается вблизи наземной точки закрепления привязного аэростата и связывается проводной связью с радиоинформационным комплексом аэростата, а по спутниковым каналам связи с наземными спутниковыми станциями связи. В задачу РНЦ входит энергоснабжение РИК и организация информационного обмена с ним.

Радиоинформационный комплекс на аэростате осуществляет информационное обеспечение локальной зоны путем решения следующих задач:

- 1) радиосвязь с пользовательскими терминалами мобильной сотовой связи через ретранслятор сотовой связи с многолучевой антенной (РТР-С) и центр коммутации мобильного обслуживания (ЦКМ);
- 2) радиосвязь с наземными спутниковыми станциями связи по спутниковым радиолиниям через ретранслятор спутниковой связи с многолучевой антенной (РТР-СП) и устройство организации каналов связи (УОКС);
- 3) определение собственного местоположения, ориентации в пространстве и поправок времени по радиосигналам космических навигационных систем с помощью аппаратуры спутниковой навигации (АСН);
- 4) видеонаблюдение поверхности Земли в зоне обслуживания с помощью аппаратуры видеонаблюдения (АВН), передача видеoinформации потребителям по спутниковым каналам связи;
- 5) радиотрансляцию и телетрансляцию в локальной зоне;
- 6) информационный обмен и энергоснабжение по проводной линии от регионального наземного центра (РНЦ).

Использование аэростатной техники в качестве несущих высотных телекоммуникационных платформ позволит заменить десятки и сотни типовых мачт сотовой связи. Стоимость аэростатной телекоммуникационной платформы на порядок ниже суммарных затрат на мачты-антенны. Качество передаваемого сигнала через высотную телекоммуникационную платформу аналогично по характеристикам спутниковому.

С помощью аэростатных систем можно комплексно решать задачи телекоммуникационного и информационного обеспечения в условиях, где невозможно или нецелесообразно прокладывать кабели. При этом

обеспечивается в интересах массовых потребителей полная совместимость спутниковой системы мобильной связи с одной или более существующих наземных систем мобильной связи.

Такое взаимодействие является эффективным и экономичным и может повысить качество обслуживания пользователя в городской среде и в пригородных районах с помощью наземных мобильных систем связи, в то время как спутниковое обслуживание может быть использовано в сельской местности и в тех местах, где наземное мобильное обслуживание не доступно или не экономично. При этом спутниковые мобильные системы спутниковой связи могут выступать в качестве интегратора разнородных наземных мобильных систем связи.

Радиоинформационный комплекс может комплектоваться типовой аппаратурой. В качестве аэростата может быть использован любой зарубежный или отечественный свободный или привязной аэростат подходящей грузоподъемности и высоты функционирования, а также длительности автономного функционирования. На технические решения, заложенные в комплексе «Аэрокосм», получен патент № 2468516 [2].

3. Программа работ по проекту «Аэрокосм».

Для разработки технико-экономического обоснования по экономической эффективности и технической реализуемости проекта, определения содержания и сроков проведения работ, состава кооперации, обеспечивающих возможность оформления заявки для участия в конкурсе инновационных программ, необходимо провести следующие работы:

1. Пригласить к сотрудничеству в реализации проекта «Аэрокосм» разработчиков проекта БАРС.

2. Проработать вопросы применения проекта «Аэрокосм» для интеграции наземных сотовых систем Красноярского края и внедрения в информационную структуру обеспечения трансполярных и межконтинентальных перелетов, в технологиях освоения арктических регионов Красноярского края).

3. Разработать аванпроект аэростатного радиоинформационного комплекса.

4. Разработать технико-экономическое обоснование и бизнес-план пилотного проекта «Аэрокосм-П», реализующий задачи проекта БАРС.

5. Подготовить документы на участие в конкурсе научно-технических исследований, разработок, инновационных программ и проектов для обеспечения конкурентных преимуществ экономики Красноярского края. Определить источники финансирования работ по аванпроекту и бизнес-плану.

Выводы

1. Существует актуальная необходимость расширения мобильных телекоммуникационных услуг и услуг сотовой связи на обширных территориях

Красноярского края и особенно в зонах промышленного освоения природных ресурсов.

2. В настоящее время созданы предпосылки для глубокой интеграции мобильных спутниковых систем связи и наземных сотовых систем связи на базе использования аэростатных высотных платформ, оснащенных радиоинформационным комплексом:

– реализован отечественный проект БАРС по организации беспроводной наземной телекоммуникационной сети с использованием привязного аэростатного комплекса АИ-17;

– реализованы отечественные проекты по организации непрерывной спутниковой связи в выбранном регионе на основе аренды каналов связи и глобальной непрерывной навигации на общедоступной основе.

3. Имеется научно-технический и производственный потенциал отечественных предприятий и вузов, способный реализовать пилотный проект «Аэрокосм» в Красноярском крае.

4. Красноярский край является территорией повышенной инновационной активностью: на базе ОАО ИСС создана трансотраслевая технологическая платформа «Национальная информационная спутниковая система» и региональная технологическая платформа «Информационно-телекоммуникационные и космические технологии для инновационного развития Сибири», утвержден Кластер Инновационных технологий ЗАТО г. Железнодорожск.

Библиографические ссылки

1. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В. М. Вишневецкий, А. И. Ляхов, С. Л. Портной, И.В. Шахнович. М. : Техносфера, 2005. 592 с.

2. Пат. РФ № 2468516. Интегрированная система мобильной связи / В. Е. Косенко, В. В. Хартов, В. И. Лавров, В. Е. Чеботарев. Опубл. 27.11.2012.

3. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Радиотехника, 2010. 800 с., ил.

References

1. Vishnevsky V. M, Lyakhov A. I., Portnoy S. L., Shakhnovich I. V. *Shirokopolosnyye besprovodnyye seti peredachi informatsii* (Broadband communication wireless networks). Moscow, Technosfera, 2005, 592 p.

2. Kosenko V. Ye., Khartov V. V., Lavrov V. I., Chebotarev V. Ye. Pat. RF № 2468516. *Integrirovannaya sistema mobil'noy svyazi* (Integrated mobile communication system). Publ. 27.11.2012.

3. GLONASS. *Printsipy postroyeniya i funktsionirovaniya* (GLONASS. Design and operation principles), under the editorship of. A. I. Perov, V. N. Kharisov. 4th revised and enlarged edition – Moscow, Radiotechnics, 2010, 800 p., illustrated.

© Косенко В. Е., Лавров В. И., Чеботарев В. Е., 2013