

Инновационные спутниковые сервисы на низких орбитах



Андрей ГРИЦЕНКО,
генеральный директор
АО «ИКЦ «Северная Корона», к. т. н.

Две волны

Первая волна проектов со спутниками на низких орбитах прокатилась еще в 90-х гг. прошлого века. Основная цель работы на низкой (LEO) орбите – предоставление услуг персональной спутниковой связи и M2M. Из пары десятков проектов были реализованы только три: Iridium, Globalstar и Orbcomm.

Об успешности коммерческой эксплуатации этих систем идут постоянные дискуссии, однако, факт остается фактом – система Iridium полностью обновила свою орбитальную группировку в 2018–2019 гг., Globalstar – в 2010–2013 гг., Orbcomm – в 2014–2015 гг.

Вторая волна проектов низкоорбитальных систем образовалась в середине 2010-х гг.

В ближайшей перспективе (горизонт планирования пять-десять лет) Россией могут быть развернуты мощные орбитальные группировки систем, способных обеспечивать практически весь спектр необходимых для нашей страны спутниковых сервисов: подвижный ШПД, персональную связь, M2M/IoT (Machine to Machine/Internet of Things – межмашинное взаимодействие/Интернет вещей).

Главной ее целью было предоставление услуг высокоскоростной передачи данных и IoT/M2M. Принципиальное отличие от первой волны – масштабность проектов: планируется иметь сотни, тысячи и даже десятки тысяч спутников в составе орбитальных группировок.

К наиболее известным проектам можно отнести OneWeb и StarLink. В рамках тестовых испытаний на орбиту уже выведены первые спутники обеих систем (шесть у OneWeb и 120 у StarLink).

В тот же период в России в АО «Российские космические системы» прорабатывался проект низкоорбитальной системы «Эфир», который по замыслу должен был объединить в себе функциональные возможности систем первой и второй волн, а также предложить стране дополнительные функциональные возможности, например дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ).

Эффективность ФЦП «Сфера»

Есть два принципиально различных направления развития спутниковых систем. Первое

предусматривает создание одной системы, реализующей все необходимые на современном этапе функциональные возможности: персональную связь, высокоскоростную передачу данных (ШПД), сервисы IoT/M2M, вещание, ДЗЗ и т. д. Примерно по такому пути, как следует из публикаций в СМИ, и шла проработка системы «Эфир».

Второе направление предполагает, что каждый сервис реализуется отдельной системой, целенаправленно заточенной именно под требования этого сервиса и его пользователей.

По большому счету многофункциональная система (и не только в космической отрасли) всегда проигрывает узкоспециализированной, поскольку последняя в большей степени соответствует требованиям пользователей. Если, конечно, имеется достаточный рынок.

ФЦП «Сфера» реализует комплексный подход к дальнейшему развитию спутниковых систем [1], причем сразу в трех ключевых направлениях: связь, навигация и ДЗЗ.

Необходимо отметить, что вопрос о целесообразности комплексного взаимоувязанного подхода к разработке базовых

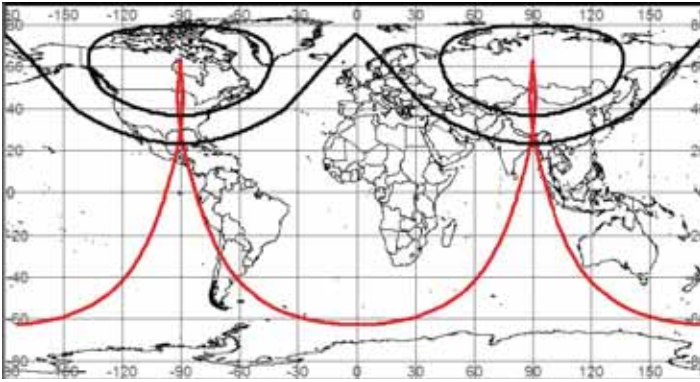


Рис. 1. ГЗРВ системы «Экспресс-РВ» по углам места 45° и 60°

российских спутниковых систем рассматривался еще в начале 2018 г. в материале «Национальная информационная спутниковая система» [2].

Телекоммуникационная составляющая ФЦП «Сфера»

Системообразующие проекты ФЦП «Сфера» покрывают практически весь спектр требуемых в настоящее время услуг и сервисов:

- геостационарная группировка спутников систем «Экспресс» и «Ямал» обеспечивает фиксированный широкополосный беспроводной доступ почти на всей территории РФ;
- проект «Экспресс-РВ» должен обеспечить подвижный (связь в движении) ШПД также, практически, на всей территории РФ и в Арктике;
- проект «Скиф» – фиксированный ШПД на северной части России и в Арктике;
- проект «Гонец» – услуги глобальной персональной спутниковой связи;
- проект «Марафон» – глобальная система IoT.

То есть используются все виды орбит: высокоэллиптическая («Экспресс-РВ»), средняя круговая МЕО («Скиф») и низкая круговая LEO («Гонец» и «Марафон»).

Гарантированная зона радиовидимости (ГЗРВ) системы «Экспресс-РВ» для углов места 45° и 60° представлена

на рис. 1. Группировка из четырех спутников обеспечивает гарантированную доступность сервиса на всей территории России и в Арктике на углах места выше 45°, что и позволяет реализовать подвижный ШПД. Правда, для этого потребуются гораздо более сложные и соответственно дорогие абонентские станции. Кроме того, расстояние до спутника в апогее достигает 42 тыс. км – следовательно, задержка составит 280 мс, что для интерактивных сервисов может оказаться неприемлемым.

Проект низкоорбитальной системы «Гонец» должен накопить-то дать возможность пользоваться услугами российской системы персональной подвижной радиосвязи.

Однако, наиболее интересным со всех точек зрения представляется новый проект «Марафон» [3]. В рамках этого проекта предполагается создание низкоорбитальной многоспутниковой системы с целевой функцией M2M/IoT на основе глобально распределенного принципа формирования сервисов, в том числе сервисов M2M/IoT, требующих реакции в реальном масштабе времени.

Орбитальная группировка системы (рис. 2) разворачивается на высоте 750 км и включает в себя 252 микроспутника [4] массой 45 кг, размещенных в 12 плоскостях.

Система обеспечивает глобальное обслуживание на углах места от 30°.

Для повышения энергетики радиолиний планируется использование многолучевого покрытия (рис. 3).

Инновационные сервисы

Система «Марафон» – это в настоящее время единственный проект из класса российских низкоорбитальных систем, который способен предложить инновационные сервисы, прежде всего на зарождающемся рынке M2M/IoT.

Специализация проекта в области M2M/IoT означает, что в качестве конечных будут предложены компактные, экономичные, с длительным сроком активной автономной работы абонентские устройства с достаточно малой стоимостью трафика.

Наземные сети LPWAN (Low-Power Wide-Area Network – энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия) пока не способны обеспечить гарантированное обслуживание подвижных объектов по причинам недостатка энергетики, локальности, ограниченных размеров зон обслуживания и отсутствия роуминга. Спутниковая система «Марафон» обеспечивает глобальное обслуживание, т. е. поддержка абонентских устройств будет осуществляться в любой точке России и мира. Правда,

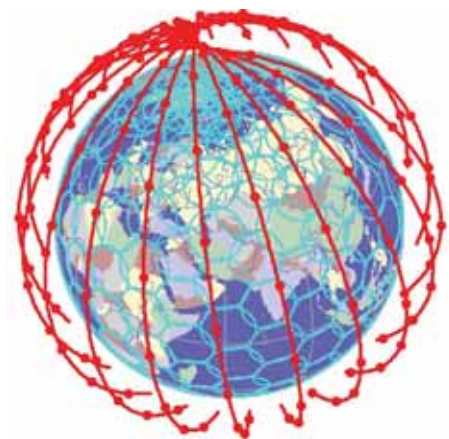


Рис. 2. Орбитальная группировка проекта системы «Марафон» и зоны радиовидимости при углах места 30°

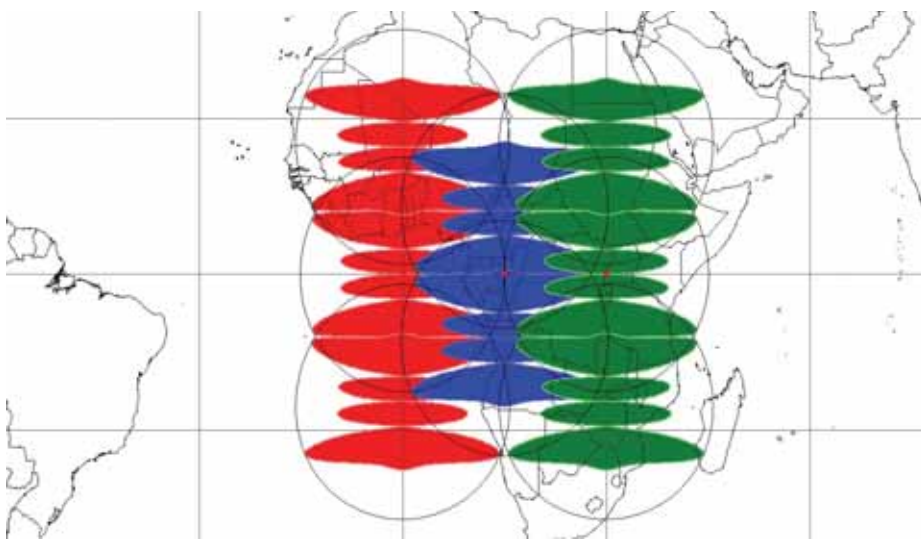


Рис. 3. Пример многолучевого (четыре луча на спутнике) покрытия сегмента из пяти спутников системы «Марафон»

для обслуживания на территории других государств может потребоваться развертывание дополнительных шлюзовых станций.

Характерные особенности системы «Марафон» позволяют реализовать широкий спектр новых сервисов, практически, во всех направлениях жизнедеятельности человека, например: сбор данных с территориально распределенной сети необслуживаемых метеостанций и экостанций, контроль за движением грузов (вагонов, контейнеров), мониторинг состояния различных технических объектов, мониторинг состояния охраняемых объектов. И, что особенно важно, передача информации будет осуществляться, практически, в любых условиях, даже если все другие каналы связи будут повреждены.

Формирующийся новый рынок беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) потребует создания надежной системы их контроля и управления, которая как правило, связана с передачей коротких команд. Передача таких команд должна осуществляться в режиме почти реального времени. Например, при движении БПЛА со скоростью 50 м/с требуется реакция системы контроля и управления порядка 10–15 мс. Аналогичные

требования могут быть предъявлены и к другим классам беспилотных машин: сельскохозяйственная техника, карьерные машины и механизмы и др.

Критичным также является значение точности определения пространственного положения беспилотными подвижными объектами. Для повышения точности необходимо передавать поправки к сигналам глобальных навигационных спутниковых систем от системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ). Эти поправки могут быть переданы через систему «Марафон» IoT в глобальном масштабе.

Заключение

Как показывает экспресс-анализ проектов ФЦП «Сфера», наиболее «легким» и имеющим минимальные технологические проблемы является «Марафон». «Легкий» – потому что это первая российская система, которую планируется построить на базе микроспутников с массой всего около 45 кг. Затраты на построение такой системы могут оказаться в разы меньше, чем при реализации других проектов ФЦП «Сфера». Услуги просты и понятны – на их основе может быть реализован широкий спектр различных

сервисов во многих сферах деятельности человека.

Необходимо также отметить, что ни один из проектов ФЦП «Сфера» не обеспечивает услугу ШПД с минимальной (5–15 мс) задержкой. Возможно, это и есть место проекта типа «Эфир», но тут нужно постараться найти оригинальные технические решения, которые позволят выделиться российской системе на фоне конкурентных проектов, прежде всего OneWeb и StarLink.

В России уже идут разработки и других проектов низкоорбитальных систем гарантированного высокоскоростного доступа с малым временем задержки, где ставится задача поиска оригинальных технических решений для достижения конкурентных преимуществ. Хочется пожелать им успеха.

Облик абонентских станций и условий работы в спутниковых системах ШПД до сих пор официально не закреплен ни в одной системе, поэтому пока сложно говорить о реализации каких-либо сервисов. ■

Литература

1. Урличич Ю.М. *Космические технологии для новой промышленной революции: Доклад на XIV Национальном конгрессе «Модернизация промышленности России: приоритеты развития», 12.11.2019.*
2. Гриценко А.А. *Национальная информационная спутниковая система (НИСС) // Connect. 2018. № 1–2. С. 96–99.*
3. Анпилогов В.Р. *Проект «Марафон» – система спутниковой связи для IoT: Доклад на Ежегодной конференции операторов и пользователей сети спутниковой связи и вещания в России, 03.10.2019.*
4. Анпилогов В.Р. *Эффективность низкоорбитальных систем спутниковой связи на основе малых космических аппаратов // Технологии и средства связи. 2015. № 4.*