

Радиолокаторы непрерывного излучения в виде кластеров микро-КА – новое качество в развитии глобальных инфокоммуникационных систем

В.А. Басистов, А.А. Прилуцкий¹, В.Д. Кусков², Б.С. Лобанов³, В.Ф. Фатеев⁴

¹ОАО «НПК НИИДАР»

²ФГУП «ЦНИИмаш»

³ФГУП «ЦНИРТИ им. акад. А.И.Берга

⁴ОАО «МАК «Вымпел»

Рассматривается применение радиолокаторов непрерывного излучения в интеллектуальных системах мониторинга сложных объектов.

The application of continuous radiation radars in intellectual systems of complex objects monitoring is considered.

Приоритетной задачей модернизации экономики России является создание систем мониторинга подвижных объектов, а также интеллектуальных систем мониторинга и контроля над состоянием технически сложных объектов, для чего требуется обеспечить наблюдения заданных областей пространства в интересах различных потребителей, передачу и обработку получаемых данных для принятия своевременных решений. При этом нужное качество координатной и сигнальной информации должно обеспечиваться минимальными затратами в интересах максимального спектра приложений. Например, для контроля пожаров важно в ИК-диапазоне наблюдать динамику процессов, для картографии важно лишь иметь снимки с нужным пространственным разрешением, темп обновления может быть достаточно низким, а рабочий диапазон – любым. Обширность территорий, значительное время закрытых облачностью, повышает роль космической радиолокации в системах наблюдения, но ввиду высокой стоимости развёртывания и поддержания космических систем необходима оптимизация орбитальной группировки.

Прогресс в технологиях создания бортовой радиоэлектроники и вычислительной техники даёт возможность достичь линейного разрешения космических радиолокаторов на уровне лучших оптических систем (~0,5м), причём качество снимков не зависит от погоды или времени суток. Использование непрерывных ЛЧМ сигналов и рефлекторных антенн (вместо АФАР, преимущество которых в способности формировать многолучевую диаграмму для одновременного наблюдения многих объектов) позволяет снизить массу радиолокатора в разы и разместить его на малой космической платформе. Возможно выведение 3х-4х таких аппаратов (рис.1) одним запуском либо в качестве попутного груза, поэтому и финансовые и временные затраты на формирование группировки существенно сократятся – это уже новое качество! Ещё более выигрышным является кластерный подход, когда радиолокатор размещается на взаимодействующих микро-КА: один передающий, один или несколько приёмных, и один управляющий, совмещающий в себе функции командного пункта и ретранслятора.

Оперативность развёртывания (наращивания) группировки особенно важна при возникновении стихийных бедствий и в случае военных угроз. Как показывают расчёты, квазинепрерывное наблюдение морских ракетноносцев позволит дать своевременное оповещение о стартах крылатых ракет, что является одной из главных задач наблюдения полярной зоны наряду с контролем ледовой обстановки.

Локальный непрерывный контроль, при необходимости с расширением состава контролируемых параметров, например для экстренного реагирования при угрозе техногенной катастрофы, может быть оперативно организован с помощью средств наблюдения и передачи данных на воздушных платформах. Пример приводится ниже.

Автоматизированная многоканальная цифровая система локального контроля на основе микрорадиоэлектронных и оптоэлектронных средств в мобильном исполнении, создаваемая по технологии C⁴I, (рис.2) предназначена для:

- получения и передачи изображений и других данных в реальном времени с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на наземный и/или воздушный командный пункт;
- обмена командами управления и данными между БПЛА и командным пунктом;
- организации беспроводной мобильной вычислительной сети с участием БПЛА;
- передачи обработанных данных наблюдения и контролируемых параметров.

Энергетические потенциалы всех радиолиний проектируются исходя из условий работы на дальностях вплоть до радиогоризонта. Радиус действия радиолиний:

БПЛА (высота полета до 1000 м) – наземный командный пункт: до 120 км;

БПЛА (высота полета до 1000 м) – воздушный (H=12 км) командный пункт: до 560 км;

воздушный (H=12 км) командный пункт – наземный командный пункт: до 400 км.

Реально достигались радиусы действия 300 км при высоте полета самолета 8 км, 70 км при высоте полета вертолета 1 км; 15 км при высоте полета дирижабля 200-300 м.

Основные технические характеристики:

полоса рабочих частот 1624...1662 МГц, способ обеспечения множественного доступа - FDMA. Вид модуляции, DBV-T (OFDM), что позволяет использовать систему в условиях значительного замирания радиосигнала (город, гористая местность).

рандомизированное скремблирование изображения позволяет, с одной стороны, обеспечить криптографическую защиту информации, а с другой – повысить возможность восстановления потерянных элементов изображения в результате воздействия шумов, помех либо замирания сигнала. Восстановление изображения обеспечивается специальной цифровой фильтрацией.

Технические характеристики бортового приёмника цифровой радиолинии:

диапазон рабочих частот (1626,575 ± 0.125) МГц;

чувствительность – минус 97 дБм при уровне Ber = 10⁻⁸.

максимальная входная мощность – 20 дБм;

тракт согласования по входу и выходу – 50 Ом.

Пошатнувший мировую экономику глобальный кризис заставил осознать усиливающуюся взаимозависимость и уязвимость различных стран мира в общей экономической и природной среде, к необходимости обсуждения новых механизмов международной безопасности — причём в самом широком смысле. И эти механизмы уже создаются: достаточно вспомнить «международную кооперацию по борьбе с терроризмом», совместные действия по тушению пожаров в Европе и т.п. Всё более остро встаёт проблема защиты от ракетных ударов с учётом роста вероятности применения ракетного оружия террористическими организациями и режимами.

Преодоление разобщённости и расширение спектра направлений взаимодействия между государствами в создании высокотехнологичных глобальных и региональных инфокоммуникационных систем указывает путь к созданию механизма международной безопасности. Адекватно и своевременно реагировать скоординированными упреждающими действиями на любые угрозы невозможно без современных информационных систем, контролирующих обширные зоны воздушно-космического пространства и поверхности Земли, позволяющих вести оперативный сбор, объединение и анализ информации для нужд пограничников, метеорологов, пожарных, рыбоохраны и прочих потребителей. Необходимо приступить к созданию автоматически адаптирующейся к изменению обстановки интегрированной системы сбора и объединения разнородной информации о сотнях тысяч объектов (процессов) и их характеристиках на принципах открытой архитектуры. В сочетании с подсистемой единого времени и синхронизации, групповым космическим эталоном со стабильностью $\sim 10^{-14}$ и выше на базе

водородного генератора, подсистемой синхронизации на уровне $\sim 1...3$ нс на базе подсистемы глобального широкополосного радио- и оптического доступа (в первую очередь для синхронных систем связи) должна быть образована сетевая инфраструктура распределённых информационно-управляющих систем – СИРИУС (см. рис. 3).

Космическая отрасль и взаимодействующая с ней кооперация предприятий имеет большой задел для создания такой суперсистемы; проблема – в межведомственной и междисциплинарной разобщенности, что препятствует рациональному распределению задач между подсистемами различного базирования и сквозной оптимизации СИРИУС с учётом требований различных потребителей. Один из возможных путей её решения – увязка с международным проектом ГСНЗ (Система глобального наблюдения Земли) в интересах безопасности в широком смысле. Он предусматривает объединение усилий участвующих в нём стран (а их уже около 70, в том числе США и Россия), реализуя решения Всемирной конференции по устойчивому развитию в Йоханнесбурге в 2002 г. Россия, оценив преимущества участия в этом проекте, включилась в него, заявив о создании российского сегмента (РС) ГСНЗ. Его вдвойне важно создать как автономную надведомственную информационно-управляющую систему, включающую космический сегмент, уже реализуемый в рамках российско-белорусского сотрудничества. Какую информацию предоставлять в ГСНЗ – решим на этапе заключения международных соглашений на взаимной основе, при этом мы сэкономим и время (заранее выстраивая сегмент системы с учётом его дальнейшего сопряжения в общей архитектуре системы) и деньги (заранее увязывая в своём сегменте функции подсистем наблюдения и требования к ним, вытекающие из частных, ведомственных задач). Ясно, например, что построение спутниковых группировок без их оптимизации с учётом решаемых задач тем более расточительно, чем больше в них число ИСЗ. Вопросы информационной безопасности при этом тесно переплетаются с проблемами безопасности в самом широком смысле, особенно если учесть, что в целом направленность всего проекта ГСНЗ - это международное сотрудничество и объединение ресурсов стран-участниц в целях прогнозирования и противостояния угрозам глобальных и региональных (затрагивающих многие страны) природных и антропогенных кризисов.

Основанные на принятых критериях алгоритмы поддержки принятия юридически обязывающих решений по объединённым данным РС ГСНЗ должны формировать на каждом иерархическом уровне управления соответствующие текущей обстановке «пороги срабатывания» в полном соответствии с концепцией национальной безопасности, военной доктриной и союзническими обязательствами, учитывая текущие возможности и эффективность оборонительных систем. Требуемая для этого информация высокого качества должна поставляться СИРИУС, формирующей единое информационное пространство, позволяющее индивидуальным и корпоративным пользователям, государственным и международным органам на основе анализа разнородных данных и прогноза оперативно принимать и осуществлять решения, в том числе в кризисных ситуациях в условиях нарастающих угроз природных и техногенных катастроф (рис.4).

Первым шагом к этому должно быть создание на основе обширного научно-технического задела нашей «оборонки» пилотных зон, позволяющих и в мирное время понизить риски, а также минимизировать ущерб в условиях внезапных катаклизмов. Неотъемлемой частью системы, обеспечивающей пространственно-временную привязку и взаимодействие всех ее элементов является космическая навигационная система. Совместное решение инфокоммуникационных и навигационных задач явится, по сути, стратегическим направлением развития глобальной навигационной системы ГЛОНАСС. Тем самым Россия совершит в информационной космонавтике скачкообразный переход на новый уровень развития, опережающий американскую и европейскую космонавтику на десятилетия, а точность навигационной составляющей

интегрированной системы существенно превысит показатели западных аналогов - GPS и Galileo. Предлагаемая концепция СИРИУС основана на комплексном исследовании тенденций развития космонавтики и инфокоммуникационных систем при первоочередном учете социальных факторов и особенностей эволюции науки и техники (рис.5).

В ходе развития и экспериментальной отработки новых технологий наблюдения, обработки и передачи информации в интересах создания РС ГСНЗ, а также информационной базы для федеральной программы «Электронное правительство», должны решаться задачи проверки системотехнических решений, обеспечивающих в интересах государственных, корпоративных и индивидуальных потребителей обнаружение, распознавание, мониторинг космических, воздушных, наземных, надводных и подводных объектов на основе датчиков различной физической природы и вида базирования, а также мультисервисной связи 3-го и 4-го поколений. Сюда относится и отработка взаимодействия структурных элементов СИРИУС, в том числе пунктов управления с включением в управляющий контур моделирующих комплексов со специальными средствами отображения и автоматизированными рабочими местами.

Глобальная интегрированная СИРИУС — многофункциональная система третьего тысячелетия, которая полностью удовлетворит требованиям международного сообщества пользователей, в том числе обеспечит глобальное наблюдение поверхности Земли в стереопроекции и детальное наблюдение с разрешением <1 м; оперативный контроль чрезвычайных ситуаций; телеметрический контроль в интересах медицины, транспорта, строительных работ и т.д. Будет внедряться полнофункциональный мультимедийный терминал, на котором потребитель сможет сам запрограммировать необходимый набор функций. Тем самым обеспечивается на современном уровне полный набор услуг ведомствам, физическим и юридическим лицам в различных сферах деятельности, начиная от фундаментальной науки, геодезии, картографии, обороны, медицины, образования и кончая транспортом, в том числе авиаперевозками по трансарктическим трассам, и массовыми телекоммуникациями.

Таким образом, СИРИУС обеспечит одновременно укрепление национальной безопасности и информационную поддержку развития во всех областях жизнедеятельности, как технических, так и гуманитарных.

Литература

1. ЦНИИмаш, Российская Академия космонавтики им. К.Э.Циолковского «Разработка концепции создания, определение технического облика высокоинформативных комплексов многоцелевого назначения», НТО, 2000.
2. В.Д.Кусков, В.И.Лукиященко, В.П.Сенкевич «Горизонты космонавтики - XXI век», журнал «Российский космос» № 1, 2001.
3. В.Басистов «Концепция информационных систем коллективного пользования с элементами космического базирования для региональной обороны». Труды международной конференции «Новые технологии в радиоэлектронике и системы управления», 2002.
4. А.Прилуцкий, А.Детков, И.Макаров, И.Козлов «Моделирование передачи изображений видовых средств ДЗЗ по цифровым каналам связи», 2010.