

# «ГРАД-1350» — РАДИОКАНАЛ ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ И ДАННЫХ С БОРТА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Г.Н. Авдеев  
 ЗАО «НИИДАР-ГРАД»  
 e-mail: avdeev@cbgrad.ru

➤ Конец XX — начало XXI века поставили перед государственными и муниципальными органами управления ряд новых проблем. Высокая концентрация населения и транспортных средств в мегаполисах, возросшие риски терроризма и техногенных катастроф требуют применения принципиально новых технических средств для контроля и управления в условиях обострившейся обстановки. Новые средства необходимы также при возникновении чрезвычайных ситуаций в удаленных регионах и районах с плохо развитой инфраструктурой.

Значительно возросли требования к скорости реакции на происходящие события и объемам информации, необходимой для принятия решений. Поэтому в последние годы во всем мире резко усилился интерес к использованию летательных аппаратов (ЛА) для решения задач государственной, общественной и экологической безопасности. Этому способствовали также возросшие требования к обеспечению безопасности при проведении массовых мероприятий, а также увеличение объемов необходимой информации, в частности качественного видео в реальном времени и данных в цифровой форме.

Еще одним фактором, повлиявшим на рост интереса к этим вопросам, стал качественный скачок в развитии авиационной техники, удешевление самих ЛА и электронной элементной базы, необходимой для построения различного бортового и наземного оборудования. На рынке В2В появились доступные беспилотные управляемые ЛА,



экономичные легкие и надежные вертолеты; на новом витке своего развития вернулись в небо построенные из новейших материалов ЛА легче воздуха (дирижабли и аэростаты).

Как следствие, появилась масса проектов по созданию высотных платформ для сетей широкополосного доступа, управления движением, экологического мониторинга, обеспечения безопасности при проведении массовых мероприятий, а также по организации аэромобильных групп быстрого реагирования и др. Аналогичные системы могут использоваться и для контроля с земли ситуации на борту самолетов с помощью скрытых видеокамер.

При построении любой из таких систем встает проблема создания

надежного канала передачи данных. На первый взгляд, существует большой выбор традиционных отработанных решений. Но при ближайшем рассмотрении (с учетом специфики ЛА и больших дистанций) оказывается, что все они годны, в лучшем случае, с большими нагрузками, ценой серьезных компромиссов и снижения ТТХ таких систем. Так, стандартные решения на базе технологий беспроводных сетей сильно ограничены по дальности и не обеспечивают «живого» видео. Хорошо отработанные решения на базе ретрансляторов имеют высокую пропускную способность, но также ограничены по дальности и требуют следящего привода для антенны не только на земле (что несложно), но и на борту ЛА.

## **СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ДОРОЖНОЙ ОБСТАНОВКИ ГУВД Г. МОСКВЫ**

В настоящее время полным ходом идут работы на основании постановления Правительства Москвы от 22.08.2002 г. «О создании системы видеонаблюдения за дорожной обстановкой с использованием воздухоплавательной техники». НПО «РосАэроСистемы» (Воздухоплавательный Центр «Авгурь») разработаны и изготовлены три аэростата АУ-27 «Рысь», которые будут базироваться над крупными транспортными развязками на высоте 300-500 м, и два дирижабля АУ-12, которые с пилотом и оператором на борту будут выполнять воздушное патрулирование в пределах МКАД на высоте 500-1000 м.

Установленные на борту видеокамеры на гиросtabilизированных платформах с управляемой линией визирования и фокусным расстоянием с помощью комплекса «ГРАД-1350А» по радиоканалу будут передавать высококачественное изображение в центр управления ГУВД г. Москвы. Эти комплексы разрабатывает и производит московская фирма «НИИДАР-ГРАД». Управление видеокамерами будет осуществляться операторами центра либо дирижабля. Кроме того, получение изображения и управление камерами возможно из мобильного пункта управления на базе микроавтобуса либо джипа.

На комплексы будут также возложены задачи управления городским комплексом, экологический мониторинг и пр.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОКАНАЛА «ЗЕМЛЯ — БОРТ»**

Основная задача при проектировании радиоканала «летательный аппарат — наземный пункт обработки информации» заключается в определении параметров передатчика и приемника, а также бортовых и наземных АФУ. При этом следует учесть ряд особенностей:

- Размещение аппаратуры на борту ЛА диктует жесткие требования к ее массогабаритным, механическим и климатическим характеристикам, электропитанию, вопросам электромагнитной совместимости

(ЭМС). Чтобы вписаться в эти ограничения, необходимо оптимально сбалансировать энергетические параметры приемопередатчиков и «разложить» коэффициенты усиления между наземными и бортовыми антеннами.

- Воздушный носитель является, как правило, мобильным средством, перемещающимся в пространстве с изменением скорости, направления и высоты. И даже если ЛА неподвижен (аэростат), он меняет свой ракурс.

- Уже на расстоянии нескольких десятков километров проявляется шарообразность поверхности Земли. Из-за этого с увеличением расстояния высота воздушного носителя над уровнем горизонта уменьшается. Дальность, на которой высота становится нулевой, называется радиогоризонтом.

- Ограниченность частотного ресурса, широкая полоса, необходимая для высокой пропускной способности канала, и большая зона покрытия бортового радиопередатчика резко обостряют проблему ЭМС и выбора частотного диапазона.

- Наличие требований к мобильности наземного пункта налагает аналогичные требования и к его аппаратуре.

- Особенность бортовой антенной системы состоит также в том, что при широком диапазоне возможных дальностей для работы на малых расстояниях требуется допольнительная антенна с круговой поляризацией, чтобы из-за изменения ракурса и угла места ЛА не потерять сигнал на наземной антенне с линейной поляризацией. А для работы в дальней зоне необходима бортовая антенна с линейной поляризацией и круговой ДН в горизонтальной плоскости с максимумом, чуть наклоненным вниз. Диапазон дальностей, соответствующий ближней зоне, на практике, как правило, простирается от нуля до дальности, примерно равной высоте полета ЛА. Кроме того, при работе на малых дальностях высокий уровень принимаемого сигнала может перегрузить приемный тракт, поэтому бортовая антенна ближней зоны должна быть объединена с антенной дальней зоны через направленный ответвитель с ослаблением не менее 10 дБ.

## **СЕМЕЙСТВО КОМПЛЕКСОВ «ГРАД-1350»**

В результате НИОКР, проведенных компанией «НИИДАР-ГРАД», было создано семейство комплексов аппаратуры «ГРАД-1350» для передачи данных с борта ЛА на наземный пункт и управления бортовой аппаратурой.

Во всех комплексах используется широкополосный ЧМ-сигнал с шириной спектра 27 МГц. Центральная несущая лежит в диапазоне от 900 до 1700 МГц. Максимальное удаление ЛА от наземного приемного пункта ограничено лишь дальностью радиогоризонта (дальность прямой видимости) и зависит, таким образом, от высоты полета ЛА, высоты установки приемных антенн и рельефа местности. Реальные дальности достигают нескольких сотен километров. Комплексы обеспечивают передачу цветного (PAL) или черно-белого видеосигнала студийного качества (50 кадров/с, 625 строк, С/Ш в яркостном канале 60 дБ).

Широкополосный радиосигнал невысокой мощности маскирует сам факт сеанса связи, а низкая спектральная плотность не мешает другим радиосредствам, работающим в этом же диапазоне, что облегчает выполнение требований по ЭМС. Кроме того, узкополосная помеха на какой-либо частоте рабочего диапазона не прерывает связь, а лишь вызывает яркостные помехи в некоторой области экрана. Для передачи данных используется устойчивое к помехам широтно-импульсное кодирование в сочетании с аналоговой частотной модуляцией.

Для управления бортовой аппаратурой (что особенно актуально для беспилотных ЛА, например, аэростатов) в состав комплексов может входить цифровой канал управления «земля — борт». Он позволяет управлять одновременно целым рядом бортовых систем, в том числе установленных на нескольких ЛА, находящихся в зоне радиовидимости наземного центра.

Режим работы комплекса — непрерывный. Рабочая температура — от -45 до +55°С. Погодные условия (снег/дождь, туман и т. п.) не влияют на устойчивую работу комплекса.

## СОСТАВ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ

В состав бортовой аппаратуры входят:

- электронный стабилизатор изображения «ГРАД-2350ЭС»;
- кодер видеосигнала и данных. Принимает стандартный цветной (PAL) или черно-белый видеосигнал (ГОСТ 4845–92), а также цифровые данные по интерфейсу RS-232. Технически целесообразно передавать данные, используя структуру видеосигнала, в технологических строках кадра видеоизображения (режим типа телетекста), скорость передачи при этом составляет до 1,2 Кбит/с, либо вместо изображения с максимальной скоростью 115 Кбит/с. Если информацию передавать через кадр, то скорость будет равна 57 Кбит/с, если в каждом четвертом кадре — 24 Кбит/с и т. д. Кодер также осуществляет шифрацию передаваемых видеосигналов и данных при наличии таких требований к системе;
- передатчик (модулятор);
- усилитель мощности с фильтром гармоник (выходная мощность — до 20 Вт);
- делитель;
- антенна ближней зоны, которая выполнена как плоская спираль с резонатором; поляризация круговая;
- антенна дальней зоны — щелевая в радиопрозрачном обтекателе; поляризация линейная.

В зависимости от требуемых ТТХ комплекса состав аппаратуры и характеристики блоков могут изменяться (часть блоков может отсутствовать). Общий вес аппаратуры не превышает 10 кг. Напряжение питания — 27 В.

## СОСТАВ НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА

В состав наземного комплекса входят:

- антенна ближней зоны — спиральная, аналогичная бортовой антенне ближней зоны;
- антенна дальней зоны — зеркальная, диаметром 1,2 или 1,8 м на всепогодной платформе с приводом слежения по азимуту (максимальная дальность), либо антенна типа волновой канал со следящим по азимуту и углу места приводом на быстромонтируемой платформе с обтекателем, либо всенаправленная коллинеарная антенная решетка

в трубчатом обтекателе (небольшие дальности);

- малошумящий усилитель;
- приемник;
- декодер. Осуществляет дешифрацию принятого сигнала, выделение цифровых данных и видеосигнала. Выдает на выход стандартный видеосигнал и данные по RS-232, а также принимает по RS-232 команды управления;
- преобразователь видеосигнала «ГРАД-1350ВК» (видеокодек). Предназначен для потоковой обработки малоконтрастного черно-белого изображения с целью повышения контрастности и разборчивости мелких деталей. Если предварительная обработка данных осуществляется оператором на борту ЛА, входит в состав бортового комплекса.

В зависимости от требуемых ТТХ комплекса состав аппаратуры и характеристики блоков могут изменяться (часть блоков может отсутствовать). Общий вес аппаратуры без антенн не превышает 8 кг. Напряжение питания — 12/27 В. Наземный пункт может транспортироваться и разворачиваться на джипе или микроавтобусе.

## FASTETHERNET РАДИОМОСТ «ГРАД-1350Ц»

В ходе развития комплекса «ГРАД-1350» была разработана система «ГРАД-1350Ц», обеспечивающая передачу трафика 100BASE-T по радиоканалу. Эта «прозрачная» для пользователей ПК система делает бортовую компьютерную сеть еще одним сегментом наземной локальной сети со всеми присущими ей свойствами и возможностями. Связь «точка — точка» осуществляется по радиоканалу. В качестве платформы может использоваться наземное транспортное средство, морское судно или ЛА. Дальность действия ограничена лишь расстоянием прямой видимости. Диапазон рабочих частот — 7,1–8,5 ГГц, полоса частот — 300 МГц, мощность передатчика — до 30 Вт.

Для работы в ближней зоне на борту используется объемная спиральная антенна с экраном. Поляризация круговая, ширина ДН — не менее 60°, усиление — не менее 7 dBi. В дальней зоне работает многолучевая фазированная антенная решетка. Антенны ближней и дальней

зон конструктивно объединены в один блок весом около 14 кг и укрыты радиопрозрачным обтекателем. Управление диаграммами направленности бортовых и наземных антенн осуществляется системой позиционирования на базе координат, получаемых от систем GPS или ГЛОНАСС. Вес бортовой аппаратуры без антенн не превышает 25 кг, напряжение питания — 12/27 В, суммарное потребление — не более 0,5 КВт.

На земле устанавливается зеркальная параболическая антенна диаметром 1,2 м. Антенна и следящий по азимуту и углу места привод монтируются на опорной конструкции с радиопрозрачным обтекателем. Антенная система всепогодна, быстро разворачивается, весит 82 кг и транспортируется (монтируется) вместе с остальной аппаратурой на одном джипе или микроавтобусе. Вес наземной аппаратуры без антенн не превышает 25 кг, напряжение питания — 12 В, суммарное потребление — не более 0,45 КВт.

Система «ГРАД-1350Ц» позволяет создавать мобильные центры обработки информации и (или) принятия решений с высокоскоростными защищенными каналами обмена данными с наземными центрами и сетями (в том числе с глобальной сетью Интернет). На базе этой аппаратуры можно также создавать мобильные высотные комплексы, обеспечивающие связь и широкополосный доступ в компьютерные сети на больших территориях, не имеющих необходимой телекоммуникационной инфраструктуры, либо системы широкополосного доступа в закрытые сети в зоне проведения специальных мероприятий. Платформами могут являться вертолеты, самолеты, дирижабли, аэростаты. При этом аппараты легче воздуха, кроме высокой экономичности, обладают заметным преимуществом по времени непрерывной работы и пребывания в воздухе благодаря возможности размещения на борту нескольких смен пилотов и операторов.

