

Г.Н. Кудеяров, к.т.н.,
В.З. Хаимов, к.т.н.,
ОАО ВНИИТР

СТРАТОСФЕРНЫЙ ДИРИЖАБЛЬ КАК УНИВЕРСАЛЬНАЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА



Еще в 1880 г. великий Дмитрий Менделеев в первой части своего труда «О сопротивлении жидкостей и воздухоплавании» прозорливо писал: «У других стран много берегов водного океана. У России их мало, сравнительно с ее пространствами, зато она владеет обширными... берегами свободного воздушного океана. Русским поэтому сподручнее овладеть сим последним... Оно, вместе с устройством доступного для всех и уютного двигательного снаряда, составит эпоху, с которой начнется новейшая история...». За прошедшее с тех пор время создано много разнообразных летательных аппаратов, позволяющих постоянно наращивать темпы освоения отечественного воздушного пространства, однако дирижабли занимают среди них непозволительно малую часть.

ВВЕДЕНИЕ

Между тем, потенциал использования дирижаблей поистине огромен. Для них не нужны дороги и аэропорты, а строительство причальных станций оказывается в десятки раз дешевле оборудования аэродромов. Как универсальное транспортное средство дирижабль может доставлять грузы и в большой город, и в маленькую деревню, разгружаясь при этом в абсолютно непригодных местах. В частности, с его помощью можно решать проблему северного завоза. Доказано, что с применением дирижаблей при повышении уровня сохранности значительно сокращаются сроки доставки грузов, а также в 2-2,5 раза снижается потребность в складских помещениях и перевалочных базах (доставка «от двери до двери»).

Основной конкурент дирижабля – вертолет. Но вот, для сравнения, некоторые эксплуатационные характеристики дирижабля и других транспортных средств (не только вертолетов):

- при средней плотности груза менее 0,4 т/м³ транспортировка его на дирижаблях экономичнее, чем на самолетах, а при плотности менее 0,2 т/м³ экономичнее, чем наземными средствами транспорта;

- теоретически доказана невозможность создания вертолета грузоподъемностью 50 т и более. Самый грузоподъемный в мире самолет "Мрия" (Ан-225 производства КБ им. Антонова, Украина) не находит широкого применения именно из-за исключительной дороговизны эксплуатации. Для дирижабля кривая роста целесообразной грузоподъемности вообще ничем не ограничена;
- стоимость одного тоннокилометра для дирижабля более чем вдвое ниже, чем у современного транспортного вертолета;
- средняя дальность полета вертолета (здесь и ниже на примере серийного МИ-8) на высоте 500 м при нормальной взлетной массе не превышает 500 км, в то время как для дирижабля (здесь и далее на примере гибридного аэростатического летательного аппарата «ГАЛА-30» производства НПО «Авгурь-РосАэроСистемы», сочетающего в себе экономические преимущества дирижабля с элементами самолета, вертолета и судна на воздушной подушке, рис. 1), этот показатель достигает двух тысяч;
- вертолет может находиться в воздухе не более четырех-шести часов, дирижабль – более 14 ч;

50

2009

№ 1



Телерадиовещание



Рис. 1. Гибридный аэростатический летательный аппарат («ГАЛА-30»)

- максимально перевозимый вертолетом груз составляет 4 т, а дирижаблем – 14 т.

И еще один важный момент – безопасность полета. Даже частичный отказ двигателя вертолета приводит к падению машины; дирижабль же, хотя бы и перегруженный, при отказе обоих двигателей совершит мягкую посадку. В такой нештатной ситуации дирижабль не только не потеряет устойчивость, но и не опрокинется: такова особенность этого летательного аппарата. Возможно, его будет «болтать», но люди не погибнут, а груз не пострадает. Наконец, для полетов на вертолете требуются летчики высокой квалификации, дирижаблем же может управлять пилот с минимальными летными навыками.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРАТОСФЕРНЫХ ДИРИЖАБЛЕЙ

В настоящее время во всем мире наблюдается повышенный интерес к дирижаблестроению. Помимо тех направлений, где дирижабли традиционно сильны, – в грузовых перевозках, транспортировке людей (например, смен для реализации вахтового метода организации добычи полезных ископаемых в труднодоступных районах России), организации

туристических поездок, при демонстрациях летающей рекламы, ведутся разработки совершенно новых типов стратосферных дирижаблей – автономных беспилотных летательных аппаратов с энергоснабжением от солнечных батарей, способных удерживать постоянное географическое положение на высоте около 20 км. Примером здесь может служить стратосферный автономный беспилотный дирижабль «Беркут ML», разрабатываемый группой компаний «Авгурь – РосАэроСистемы» (рис. 2) в кооперации с ГТУ МАИ, ЗАО «АэроСкан», НПО им. Лавочкина и рядом других предприятий в соответствии с Программой использования воздухоплавательной техники в ходе подготовки и проведения XXII Зимних Олимпийских Игр в Сочи 2014 г.

«Авгурь–РосАэроСистемы» – российский производитель дирижаблей и аэростатов, единственная в России организация, ведущая сертификацию дирижаблей Авиарегистром МАК. Она обладает мощным сертифицированным КБ и необходимым производством для осуществления указанной Программы, имеет все необходимые лицензии Роспрома. Организация практически способна решать вопросы получения разрешений на использование воздушного пространства в рамках действующего законодательства РФ, вопросы логистики, снабжения гелием, строительства эксплуатационных баз, обслуживания и ремонта техники. Реальность предложений фирмы основывается на 15-летнем опыте создания и эксплуатации воздухоплавательных аппаратов в интересах многих российских и зарубежных заказчиков, в том числе, и в рамках Гособоронзаказа.

По сути, разрабатываемые фирмой дирижабли представляют собой универсальные инфокоммуникационные платформы, способные решать самые разные задачи. Среди них:

- распространение федеральных и региональных телерадиопрограмм, в том числе, программ мобильного телевидения;
- обеспечение специального телерадиовещания, как общегражданского, так и ведомственного, и связи, в том числе, вдоль железных, автомобильных дорог, водных магистралей, а также вдоль границ России;

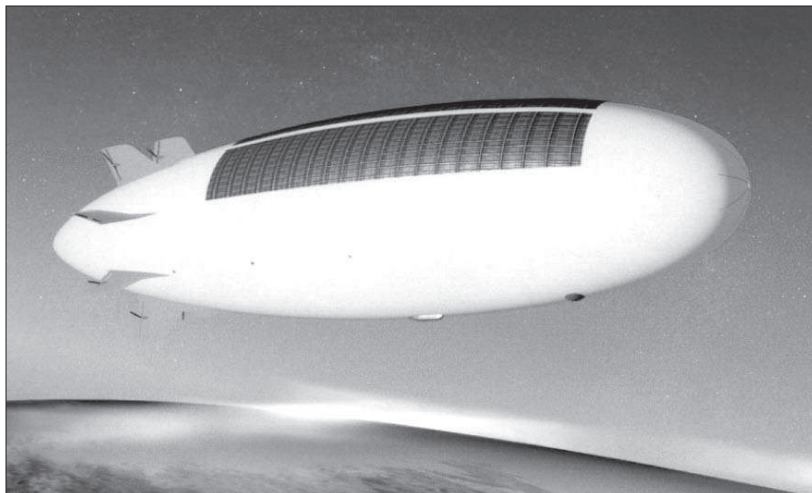


Рис. 2. Стратосферный автономный беспилотный дирижабль «Беркут ML»

- использование в качестве резерва магистральных линий связи (ВОЛС, релейные и спутниковые линии);
- организация мобильной связи (например, в качестве базовых станций систем сотовой связи третьего поколения IMT-2000 в подвижной службе и в качестве станций фиксированной службы. Такая рекомендация содержится в решениях Всемирной конференции радиосвязи 2003 г., определяющих условия использования телекоммуникационного оборудования на стратосферных платформах (HAPS, High Altitude Platform Stations). Экономия – на частотном ресурсе и наземной инфраструктуре);
- использование в качестве ретранслятора при организации глобальных наземно-космических сетей связи, в том числе лазерных (в частности, в рамках проекта глобальной лазерной сети наземно-космических телекоммуникаций с ретрансляторами на Луне и в околоземном пространстве);
- совместное (со специализированными службами наблюдения и контроля) использование в дистанционном режиме в качестве наблюдательных пунктов, включая локационные и тепловизионные наблюдения;
- телекоммуникационное сопровождение в интерактивном режиме различных подвижных объектов на земле, на воде и в воздухе;
- различные военные применения.

По сравнению с космическими аппаратами у стратосферных дирижаблей объективно существуют два достоинства. Во-первых, аппаратуру, установленную на стратосферном дирижабле, сравнительно легко поменять или отремонтировать. Для этого достаточно спус-

тить дирижабль (при плановых или аварийных приземлениях), на что уходит всего несколько часов при самых минимальных затратах. Затем в приспособленном ангаре его можно продиагностировать и, при необходимости, отремонтировать или заменить целиком вышедшие из строя приборы. Аппаратуру же, установленную на спутнике, поменять практически невозможно. Его «начинка» может досрочно выйти из строя, а если она все же окажется работоспособной, то за те 10-15 лет, в течение которых длится эксплуатация спутника, неизбежно устареет.

Во-вторых, дирижабль экологически чист. Технология использования солнечной энергии и других источников без вредных выбросов в атмосферу делает платформу на базе стратосферного дирижабля дружественной к окружающей среде. По завершении эксплуатации воздухоплавательные комплексы утилизируются, как обычная авиационная техника, практически без отходов. В то же время отслужившие свой срок спутники, как правило, превращаются в опасный космический мусор.

СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ПЛАТФОРМ

Выбор высоты базирования стратосферного дирижабля определяется, прежде всего, ветровыми и плотностными нагрузками на его оболочку. Как известно, средняя сила ветра на высоте около 20 км втрое меньше, чем на высоте 10 км (10 против 30 м/с). Кроме того, воздух на 20 км имеет меньшую плотность и потому нагрузки, воздействующие на конструкцию дирижабля, оказываются в 30-40 раз меньше.

Именно эти факторы делают целесообразным построение универсальной инфокоммуникационной платформы на высотах, приближенных к 20 км. Важно также и то, что рейсовые пассажирские самолеты летают на высотах до 12 км и, следовательно, дирижабли не смогут помешать воздушному движению.

Существуют коммуникационные системы, решающие аналогичные рассматриваемым за-

дачи – это, прежде всего, системы, основанные на спутниковых методах передачи информации. По состоянию на ноябрь 2008 г. в состав группировки Российского национального оператора спутниковой связи ФГУП «Космическая связь» (ГПКС) входили 11 космических аппаратов (спутников) с точками стояния, начиная с 11° з. д. и кончая 140° в. д. Зоны обслуживания этих спутников покрывают практически всю территорию России. При этом оказывается возможным и предоставление ряда коммуникационных услуг в интересах иностранных компаний и государств.

В настоящее время полезная нагрузка транспондеров космических аппаратов группировки ГПКС достигает примерно 80% от их общей емкости. Между тем, известно, что плановая предельная нагрузка транспондера составляет около 85% от его емкости (15% отводится на непредвиденные обстоятельства, например, потребность в экстренном изменении (увеличении) занимаемой полосы отдельными пользователями). Таким образом, свободной емкости группировки практически не остается, что неизбежно сдерживает развитие рынка услуг спутниковой связи и вещания России.

Выходом из сложившегося положения является запуск космических аппаратов с большим количеством активных транспондеров, что и делается. Приведенные ниже цифры позволяют представить себе масштабы требуемых вложений.

Стоимость производства космического аппарата с 8-10 активными транспондерами составляет от 60 до 80 млн долл. Соответственно производство спутника с 15-18 активными транспондерами может обойтись в сумму от 120 до 160 млн долл. При этом срок производства космического аппарата составляет приблизительно 36 месяцев. Наконец, стоимость запуска космического аппарата лежит в пределах от 150 до 200 млн долл.

На этом фоне стратосферный дирижабль, например, уже упомянутый выше «Беркут ML» выглядит предпочтительнее.

Его основные технико-экономические характеристики по данным фирмы «Авгурь – РосАэроСистемы» выглядят следующим образом:

Высота удержания	20 ± 1 км
Точность удержания в точке стояния	± 500 м (1,43°)
Масса полезной нагрузки	1200 кг
Средняя потребляемая мощность	165 кВт

Максимальная мощность, отдаваемая в полезную нагрузку	5-30 кВт
Площадь элементов солнечных батарей	5800 м ²
Объем оболочки	256000 м ³
Длина оболочки	200 м

Суммарная стоимость эскизного проекта, включая изготовление двух (сменяющих друг друга в точке стояния) опытных образцов стратосферного дирижабля, создание необходимой наземной инфраструктуры, а также запуск изготовленных аппаратов может составить порядка 100 млн долл. Понятно, что при мелкосерийном производстве дирижаблей их стоимость будет снижаться приблизительно до 30 млн долл. Указанный объем работ может быть выполнен за 3-4 года.

Как видно, по стоимостным параметрам стратосферный дирижабль имеет явное преимущество перед космическим аппаратом. Что касается сроков, то в условиях мелкосерийного производства они будут сопоставимы.

Энергетический выигрыш при использовании дирижаблей в качестве универсальных инфокоммуникационных платформ, по сравнению с телекоммуникационными спутниками, находящимися на геостационарной орбите, выглядит еще более эффективным.

Если вспомнить, что затухание сигнала в свободном пространстве выражается формулой

$$L_0 = 16\pi^2 d^2 / \lambda^2,$$

где d – расстояние от источника сигнала до приемника, а λ – длина волны, то нетрудно рассчитать потенциальный выигрыш по энергетике для стратосферного дирижабля относительно геостационарного спутника. Так как для спутника $d_c = 36000$ км, а для стратосферного дирижабля $d_d = 20$ км, то выигрыш, при условии работы в одном и том же частотном диапазоне, составит приблизительно 65 дБ.

Необходимо, тем не менее, учитывать, что выбор частотного диапазона влияет на требуемые энергетические характеристики передатчиков инфокоммуникационной платформы. Примером здесь могут служить два варианта мобильного вещания стандарта DVB-H, реализуемых в диапазонах S (1,93 – 2,7 ГГц) и Ка (15,4 – 26,5; 27 – 50,2 ГГц).

При передаче нисходящего телевизионного транспортного потока на частоте 2 ГГц в S-диапазоне затухание в воздушном пространстве составит 124,48 дБВт. Но так как, в соответствии с требованиями стандарта DVB-H, минимальная допустимая чувствительность



Рис. 3. Зона покрытия мобильным вещанием

абонентского терминала должна составлять 124,5 дБВт, то даже без учета коэффициентов усиления передающей (на дирижабле) и приемной (у абонентского терминала) антенн, на дирижабле достаточно установить передатчик мощностью 1Вт.

При организации аналогичной передачи на частоте 20 ГГц в Ка-диапазоне затухание в воздушном пространстве составит 144,48 дБВт. В этом случае для нормального функционирования абонентского терминала (-124,5 дБВт) на дирижабле необходимо установить передатчик мощностью не менее 10 Вт и антенну с коэффициентом усиления не менее 10дБ.

ЗОНЫ ПОКРЫТИЯ ПРИ ВЕЩАНИИ СО СТРАТОСФЕРНЫХ ДИРИЖАБЛЕЙ

Одним из основных параметров при решении задач по распространению и приему формируемых транспортных потоков является зона покрытия (зоны охвата) обслуживаемой территории, обеспечиваемая излучающей антенной с борта универсальной инфокоммуникационной платформы (стратосферного дирижабля). При использовании в качестве дистанционного пункта

наблюдения, контроля и управления указанный параметр трансформируется в зону наблюдения.

Возможно так рассчитать местоположение и высоту удержания одного дирижабля над поверхностью Земли, чтобы, например, обеспечить мобильное вещание перспективного формата DVB-SH на все республики Северного Кавказа, включая Абхазию и Южную Осетию, а также город Олимпиады-2014 – Сочи и все Черноморское побережье России (рис. 3 – пример зоны покрытия при высоте подвеса передающей антенны 20 км).

Произведенные геометрические расчеты показывают, что при высоте удержания 20 км и угле места на краю зоны обслуживания $\varphi = 2^\circ$, средний радиус зоны охвата R_2° будет составлять 329 км. И чтобы покрыть всю Европейскую часть России, площадь которой составляет 7,17 млн км², потребуется 21 дирижабль. Если же допустить возможность работы приемопередающих устройств на краю зоны обслуживания стратосферного дирижабля при $\varphi = 1^\circ$, радиус зоны охвата R_1° увеличится до величины 406 км (рис. 4). Соответственно, для покрытия всей Европейской части России потребуется только 14 стратосферных дирижаблей.

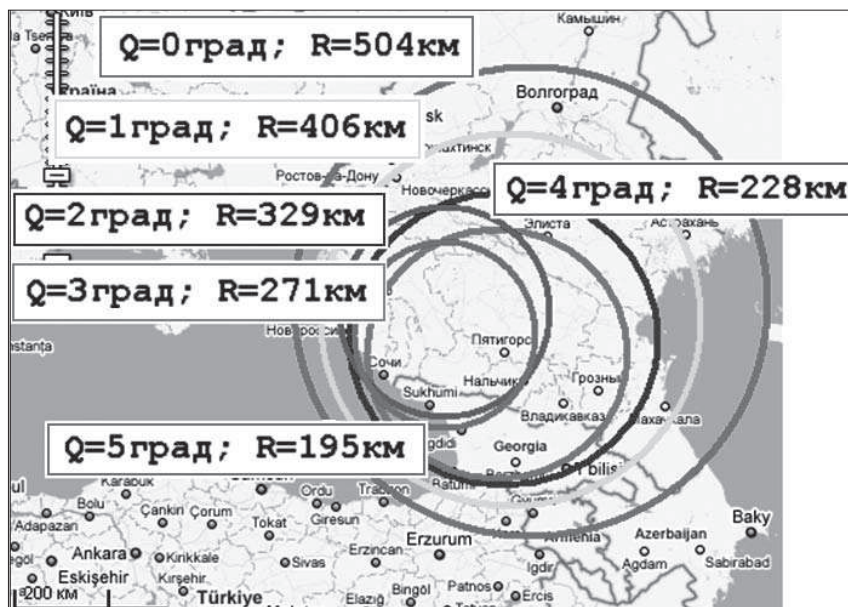


Рис. 4. Зоны покрытия мобильным вещанием при различных углах места (от 0 до 5°)

ВЫВОДЫ

Стратосферные дирижабли, способные выполнять целый ряд функций в интересах народного хозяйства и обороны страны в качестве универсальной инфокоммуникационной платформы, на новом витке развития техники воздушного транспорта и коммуникаций, имеют ярко выраженную нишу для применения в качестве средств вещания, связи, наблюдения и управления и потому являются привлекательной сферой для инвестиций, как государственных, так и частных.

Разделяя эту позицию, Всероссийский научно-исследовательский институт телевидения и радиовещания как участник Рабочей группы «Аппаратура цифрового телерадиовещания», созданной с целью оснащения объектов XXII зимних Олимпийских игр и XI Паралимпий-

ских игр 2014 г. отечественным оборудованием и продукцией, подготовил для включения в сводные Предложения по реализации решения Международного Олимпийского Комитета свой вклад. В нем обосновывается целесообразность обеспечения г. Сочи и его окрестностей телевизионным многоканальным вещанием на мобильные терминалы на основе стандартов DVB-SH/DVB-H с использованием беспилотного стратосферного дирижабля, удерживаемого на высоте 20 - 25 км.

Дирижаблестроение можно с полным правом отнести к перспективным ресурсосберегающим технологиям, в которых сегодня заинтересованы и государство, и частный бизнес. «Даже дирижабль из червонного золота даст приличный процент прибыли», – полагал К.Э. Циолковский, и даже если и преувеличивал, то ненамного.