

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт инженерной физики и радиоэлектроники

Кафедра РЭТИС

**Создание инфокоммуникационной системы связи Арктического
региона как инфраструктуры для территорий опережающего развития
Красноярского края и Дальнего Востока**

Докладчик:

к.т.н. Засемков Владимир Семенович

Красноярск, 2016

УДК 621.372

Создание инфокоммуникационной системы связи Арктического региона как инфраструктуры для территорий опережающего развития Красноярского края и Дальнего Востока

Реферат:

Рассмотрены международный опыт применения различных беспилотных летательных аппаратов для построения инфокоммуникационных сетей на больших территориях с малым количеством населения и не развитой общей инфраструктурой.

Рисунков и схем 17, таблиц 3, список литературы 10.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Микро-и наноспутники.....	11
Беспилотные летательные аппараты.....	14
Опыт применения БПЛА для телекоммуникационных платформ.....	14
Стратосферные телекоммуникационные платформы.....	16
Средневысотные телекоммуникационные платформы.....	33
Маловысотные телекоммуникационные платформы.....	36
Выводы.....	39
Список литературы.....	40

Создание инфокоммуникационной системы связи Арктического региона как инфраструктуры для территорий опережающего развития Красноярского края и Дальнего Востока

Введение

Для успешной реализации государственной стратегии в создании территорий опережающего развития Сибири и Дальнего Востока, в том числе и освоении арктического региона, необходимо развитие инфраструктуры, и в первую очередь создание единого информационного пространства, в рамках которого будет реализован сбор, анализ, обработка, хранение, распределение информации и обеспечено функционирование всех систем государственного управления, коммерческих предприятий и проживающего на данной территории населения.

В настоящее время существуют предложения по развитию существующей системы связи, предназначенной для обеспечения информационным обменом в первую очередь сил, направленных на укрепление национальной безопасности арктического региона [1]. Согласно этому предложению основными задачами системы связи являются подключение и обеспечение надежной работы всех технологических систем отраслевых предприятий и холдингов, силовых министерств и ведомств в рамках общей мультисервисной сети связного холдинга с возможностью предоставления услуг:

- телефонной связи, включая обеспечение беспроводными телефонами операторов на площадках;
- передачи данных для систем управления, мониторинга, видеонаблюдения за объектами, передачи данных для ситуационных и логистических центров;
- диспетчерской связи, электронной почты и факсимильных сообщений;

- доступа к информационным ресурсам и информационно-справочным службам.

Основными требованиями к цифровой сети связи являются:

- создание цифровой полносвязной сети связи региона на базе собственных линий и готовых цифровых сетей различных операторов, наземных спутниковых терминалов и местных соединительных линий для включения всех объектов региона в общую сеть;
- формирование с помощью сети непрерывной транспортной среды с возможностью подключения любого объекта к общей цифровой сети и получения необходимых услуг в любой точке расположения объекта сети;
- внедрения современных мультисервисных технологий;
- обеспечение надежности и оперативности путем создания нескольких маршрутов соединений для каждого объекта, автоматической маршрутизации и коммутации, постоянного мониторинга состояния и работы сети.

В создаваемую систему должны включаться средства обнаружения и контроля наземной, воздушной, морской, метеорологической, радиационной, химической, биологической, сейсмической и другой обстановки.

Технологическую основу сети связи предполагается воссоздать на базе модернизированной линии радиорелейно-тропосферной связи «Север» построенной на тропосферных станциях УКВ-диапазона «Горизонт-М» и на системе спутниковой связи (ССС). Основой модернизации является замена старого аналогового оборудования приемопередатчиков и каналообразования, на цифровое оборудование. Современное цифровое оборудование приемо-передающих трактов и цифрового каналообразования

строится на применении новых технологий и является малогабаритным и слаботочным.

Сопряжение модернизированной цифровой сети «Север-М» с системой спутниковой связи Северо-Восточного региона и сетью первичной связи «Росстелекома» позволит пользователям обеспечить полноступный информационный выход, как в пределах России, так и на международных операторов.

На местах развертывания узловых и ретрансляционных станций линии предполагается развивать цифровые мультисервисные сети сотовой связи, дежурные сети радиодоступа в виде сетей транкинговой системы радиосвязи общего пользования (в основном в интересах кораблей на СМП, самолетов, различных экспедиций и бригад геологоразведки).

Технологическую основу сети связи предполагается воссоздать на базе модернизированной линии радиорелейно-тропосферной связи «Север» построенной на 46 тропосферных станциях УКВ-диапазона «Горизонт-М». Эта линия в 2000 году снята с эксплуатации как выработавшая свой ресурс основногооборудования. Задачи, которые решались этой системой на период 2000 года были переданы на систему спутниковой связи (ССС). Десятилетний опыт эксплуатации и развития системы спутниковой связи в Арктике показал, что темпы развития региона и потребности в информобслуживании развитием только СССР не удовлетворяются и экономически весьма дорогие, а по надежности еще и не всегда отвечают требованиям эксплуатации. По предложению авторов возврат в УКВ-диапазон, как наиболее эффективный для Арктики, должен произойти на модернизированном возрождении тропосферной системы связи «Горизонт-М».

Основой модернизации является замена старого аналогового оборудования приемо–передатчиков и каналообразования, на цифровое

оборудование. При этом в эксплуатации остается оборудование антенных систем, которое является наиболее дорогостоящим и трудоемким по доставке на объекты и развертыванию. (Фото на рис. 1[1])



В то же время современное цифровое оборудование приемно-передающих трактов и цифрового каналообразования построено на применении новых технологий, является малогабаритным и слаботочным. Оно позволяет обеспечить его размещение непосредственно на антенных опорах с дистанционным управлением и контролем. При таком подходе структура сети ТРПЛ будет представлять основную магистраль от Мурманска до Владивостока вдоль Северного морского пути с узлами выделения каналов (узлами доступа) на всех портовых объектах морских и речных побережьях Арктики. От основной магистрали вдоль побережья рек (Обь, Лена, Енисей и др.) развернуты рокадные тропосферные линии, выходящие на основную кабельную (волоконно-оптическую) магистраль Минсвязи РФ

«Европа — Дальний Восток». Эта магистраль имеет международное значение и тяготеет к границам с Казахстаном, Монголией и Китаем [1].

Несомненно, создание прямо-передающих трактов в регионе для обеспечения всех государственных функций самая приоритетная задача, но это не обеспечит развитие всего инфокоммуникационного комплекса Арктического региона как инфраструктуры для территорий опережающего развития. Север Красноярского края и Арктика в целом являются огромной и пока малонаселенной территорией, полноценное функционирование всех систем связи на всей территории невозможно, более того, остро встает вопрос доставки услуги до конкретного потребителя, т.н. услуга «последняя миля». Вряд ли найдется коммерческий оператор, который возьмется за эту задачу. Множество населенных пунктов Красноярского края, имеющие большее количество жителей и расположенные значительно ближе к административным центрам, не подключены к инфокоммуникационному комплексу.

Затраты на обустройство и эксплуатацию телекоммуникационного оборудования «последней мили», построенные по традиционной схеме, не позволят коммерческому оператору предоставить данную услугу потребителю.

В докладе Международного союза электросвязи [2] говорится, что к концу 2014 г. в мире будет насчитываться 7 млрд подписчиков мобильной телефонной связи и почти 3 млрд. пользователей Интернета. В докладе приводятся данные, свидетельствующие о росте числа подписчиков на мобильную связь и сокращении количества абонентских линий фиксированной телефонной связи. К концу 2014 г. таких линий во всем мире будет на 100 млн меньше, чем в 2009 г. А число контрактов на сотовую связь вырастет и составит почти 7 млрд. Эксперты отмечают, что сейчас рост рынка сотовой связи несколько сократился, поскольку число подписчиков

уже соизмеримо с численностью населения планеты. Так, в странах СНГ, в арабских государствах, в Северной и Южной Америке, а также в Европе охват населения мобильной связью превысил 100%, то есть некоторые пользователи имеют несколько линий мобильной связи. К концу 2014 г. число подписчиков на мобильную связь в этих странах вырастет не более чем на 2%. Говоря о фиксированной широкополосной связи, авторы доклада отмечают, что 44% от общего количества линий такой связи приходится на Азиатско-Тихоокеанский регион и 25% – на Европу. Африка обходится менее 0,5% от общего числа абонентских линий фиксированной широкополосной связи в мире. Говоря о доступе к Интернету из дома, эксперты отмечают, что в развитых странах он приближается к уровню всеобщего охвата. К концу 2014 г. 44% всех семей в мире будут иметь доступ к всемирной паутине. В развивающихся странах Интернет будет иметь каждая третья семья (31%). В развитых странах Интернетом смогут пользоваться 78% семей.

В странах СНГ более половины семей подсоединены к Интернету. В Африке – только около 10%. Но при этом эксперты отмечают, что доступ в Интернет в Африке продолжает стремительно расти. В целом к концу 2014 г. число пользователей Интернета в мире достигнет почти 3 млрд.

Требования современных корпоративных клиентов (холдингов) к услугам связи значительно выше, чем у населения. По словам Йохана Балийона, директора департамента глобальных решений и услуг Orange Business Services в России и СНГ, общая тенденция для всех холдингов в том, что все большее число сотрудников работают удаленно – в поездках, в офисах клиентов или дома. Мобильность – это вызов современности, препятствовать которому нельзя. И эта мобильность проявляется во всем – от ответа на электронные письма в дороге до решения рабочих вопросов в соцсетях. Это облачные вычисления, унифицированные коммуникации, мобильные технологии и системы безопасности. Существует необходимость,

чтобы в любом месте сотрудник мог получить все нужные инструменты вне зависимости от того, какой тип устройства он использует. Это называется «новым рабочим пространством». Сегодня все больше бизнес-пользователей информационных технологий используют системы унифицированных коммуникаций, средства видеоконференцсвязи с эффектом присутствия, а также многие инновационные решения, чтобы люди могли работать вместе повсюду. Применение облачных платформ и новых возможностей HTML5 позволяет работать с любыми бизнес-приложениями на планшетах и смартфонах, сохраняя полную функциональность и доступность сервисов. Говоря о новых рабочих пространствах, следует иметь в виду, что сотрудники уже сегодня приносят в офис множество собственных гаджетов. Например, по данным iPass Mobile Workforce Report, сотрудники офисов в среднем работают на 3,5 устройствах, а Dimensional Research выяснили, что 87% ИТ-отделов предоставляют коллегам доступ к корпоративным приложениям с личных устройств. Более того, компании экономят значительные средства на аренде площадей, обновлении компьютерного парка, электричестве, мебели и других мелочах, когда сотрудники не появляются в офисе и выполняют свои обязанности из дома [3].



Рис. 2 Работа инженера вне офиса.

Особенно актуальны эти вопросы для холдингов работающих в условиях неразвитой общей инфраструктуры, где персонал работает вахтовым методом. Решение этой проблемы также решает задачу занятости населения.

Всего в мире разработано несколько вариантов носителей телекоммуникационного оборудования. Традиционными являются авиационно-космические платформы (АКС) и различные беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

Микро-и наноспутники

Космические аппараты широко применяются в качестве телекоммуникационных платформ. С точки зрения технико-экономической эффективности особый интерес представляют так называемые микро- и наноспутники.

Микро- и наноспутники – это компактные космические аппараты массой 100–500 и 1–10 кг, соответственно. Спутники такого типа можно выводить в космос в качестве добавочной полезной нагрузки, либо в качестве основной - большими партиями в десятки и даже сотни штук. Благодаря сравнительно небольшой стоимости производства и вывода на орбиту микро- и наноспутников они могут быть доступными для широкого круга заказчиков. Значимость таких спутников в последнее десятилетие значительно выросла: теперь небольшие космические аппараты используются в научных исследованиях и мониторинге поверхности и атмосферы Земли.

Ожидается, что самым большим рынком микро- и наноспутников будет Азиатско-Тихоокеанский регион, который к 2019 г. превзойдет Северную

Америку по использованию небольших спутников. Главным фактором роста рынка станет снижение цены и увеличение спроса на аппараты, увеличение количества запусков космических аппаратов и снижение средней массы спутников, а также увеличение инвестиций из Кремниевой долины.

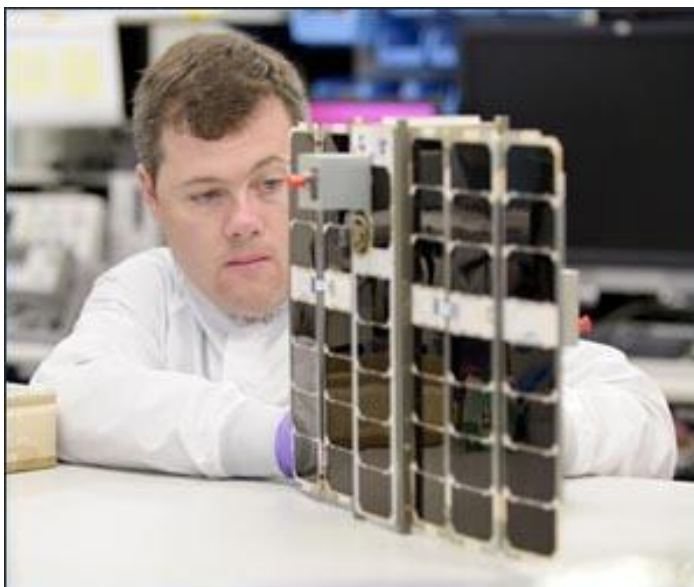


Рис. 3 Фото наноспутника.

Компания Boeing разработала и передала ВВС США первые два «наноспутника». Каждый спутник весит всего 4 кг и имеет габариты 30x10x10 см. Наноспутник оборудован сенсором (видимо оптическим) для сбора данных, прежде всего о погодных условиях, и GPS-приемником. Миниатюрный приемопередатчик S-диапазона при этом обеспечивает передачу данных со скоростью до 1 Мбит/с. В перспективе дешевые наноспутники смогут быстро насытить регион каналами передачи данных и обеспечить применение беспилотников, пилотируемой авиации и наземных станций, где отсутствует достаточное количество крупных спутников-ретрансляторов. Дополнительно наноспутники смогут собирать информацию о метеоусловиях, что облегчит применение авиации.



Рис. 4 Микроспутник АИСТ российского производства.

В России также ведется разработка нано- и микроспутников различного назначения. К примеру, разработчики государственного ракетно-космического научно-производственного центра «ЦСКБ-Прогресс» в сотрудничестве с учеными из Самарского государственного аэрокосмического университета при государственном финансировании занимаются разработкой и готовят к промышленному производству линейку компактных спутников. В 2013 г. благодаря этой работе были успешно запущены в космос первые отечественные 50-кг микроспутники АИСТ.

Согласно результатам исследования компании Marketsand Markets, рынок нано- и микроспутников вырастет с 702,4 млн долл. в 2014 г. до 1,887 млрд долл. в 2019 г. Рост составит 21,8% в год, причем крупнейшим заказчиком станет коммерческий сектор. На сегодняшний день интерес к разработке микро- и наноспутников проявляют такие крупные представители авиакосмической промышленности как Raytheon, Northrop Gruman, Surrey Satellite Technologies, Clyde space, Sierra Nevada Corp, и многие другие. Эксперты Marketsand Markets полагают, что эти компании обеспечат массовое производство надежных и высококачественных спутников. В первую очередь производители спутников будут ориентированы на растущие

быстрыми темпами рынки Ближнего Востока, Азиатско-Тихоокеанского региона и Африки [4].

Беспилотные летательные аппараты

В настоящее время в мире разработано большое количество вариантов БПЛА отличающихся как по принципу действия и соответственно по конструкции, так и по летно-тактическим возможностям. Беспилотные аппараты рассматриваются уже не как автомат способный вести воздушную разведку, передавать данные, вести ретрансляцию и прием сигнала, а как элемент единого информационного поля. Сложность развертывания всей группировки и управление всем массивом в целом и каждым элементом в отдельности осложняется ограниченным временем полета БПЛА. Поэтому время пребывания в воздухе или длительность боевого дежурства является одной из основных характеристик БПЛА. Длительность полета зависит от типа аппарата (самолет, вертолет, дирижабль, аэростат) и его энергоустановки (тип топлива, расход, запас, возможность пополнения или регенерации).

Опыт применения БПЛА для телекоммуникационных платформ

В бывшем СССР и за рубежом работы по передаче радиосигналов с привязных аэростатов, поднятых на высоту 2-3 км., велись еще в 1930-х гг. Причем, наземные сооружения, используемые в качестве платформ для передатчиков и ретрансляторов, и сегодня еще не «дотянулись» до освоенных ими вершин. Но до 1940-х гг. аэростаты были не в состоянии гарантировать бесперебойную связь в течение многих месяцев. Однако уже

во время Великой Отечественной войны эти системы были значительно улучшены и обеспечивали достаточно надежную связь. Так, именно на привязном аэростате в блокадном Ленинграде был установлен передатчик, транслировавший первое исполнение 7 симфонии Шостаковича.

В конце 50-х годов Киевским общественным бюро по воздухоплаванию была разработана аэростатная ретрансляционная станция, представлявшая собой привязной аэростат с жесткой монококовой оболочкой объемом 220 тыс. куб. м. и расчетной рабочей высотой до 9 км. В качестве источника энергообеспечения предлагалось использовать бортовую электростанцию. Кроме того, был разработан специальный кабель-трос, состоящий из отдельных звеньев. Но, несмотря на положительные заключения специалистов, проект не был реализован.

Во время ведения боевых действий в Афганистане использование аэростатов в условиях горной местности позволяло Советской армии увеличивать дальность радиосвязи в 4-5 раз. Это также оказывало существенную помощь вертолетчикам, при выполнении ими поставленных задач. Именно таким образом обеспечивалась связь с командными пунктами, находившимися вне прямой видимости. Уже несколько десятилетий военно-морские силы используют воздухоплавательные технологии, поднимая на аэростатах трос-антенну, что обеспечивает связь с погруженными подводными лодками.

В 1999 г. российские инженеры на основе передовых разработок сконструировали аэростатную ретрансляционную систему УАН-400. В этот комплекс входит разработанная тульским оборонным предприятием «Стрела» РЛС «Кредо-IE». Привязной аэростат поднимает малогабаритный пехотный радар на высоту 300-400 м., что позволяет различать наземные и маловысотные цели на расстоянии до 40 км. При этом нет так называемых «слепых зон», обусловленных складками местности.

После известного пожара на Останкинской башне была разработана беспроводная аэростатная радиосеть (БАРС). 14 сентября 2001 г. произведен опытный запуск аэростатного комплекса «БАРС» на территории РНЦ «Курчатовский институт». Он продемонстрировал высокую работоспособность, включая причальное устройство аэростата, базовую радимодемную станцию и привязной аэростат. В дальнейшем система хорошо работала, обеспечивая бесплатный доступ в Интернет для всех школ Северо-Западного округа столицы и очень дешевый доступ для обычных пользователей [5].

Можно выделить три основных категории аэростатов, которые используются для обеспечения телекоммуникационных потребностей. К ним относятся: стратосферные аэростаты (высота подъема 20 - 25 км), средневысотные (1 - 10 км) и маловысотные (до 1 км) (малообъемные) аэростаты.

Стратосферные телекоммуникационные платформы

В Европе разрабатывают гибрид спутника и беспилотника. Называется это транспортное средство «стратобус» (StratoBus), а размах выполняемых задач у него очень широк – это и наблюдение за пограничными районами, и морская разведка, и телекоммуникации, и телерадиовещание, и навигация [6]. Кроме того, эта автономная стационарная платформа сможет усилить GSM-покрытие во время массовых мероприятий, а GPS – над участками с интенсивным движением транспорта.

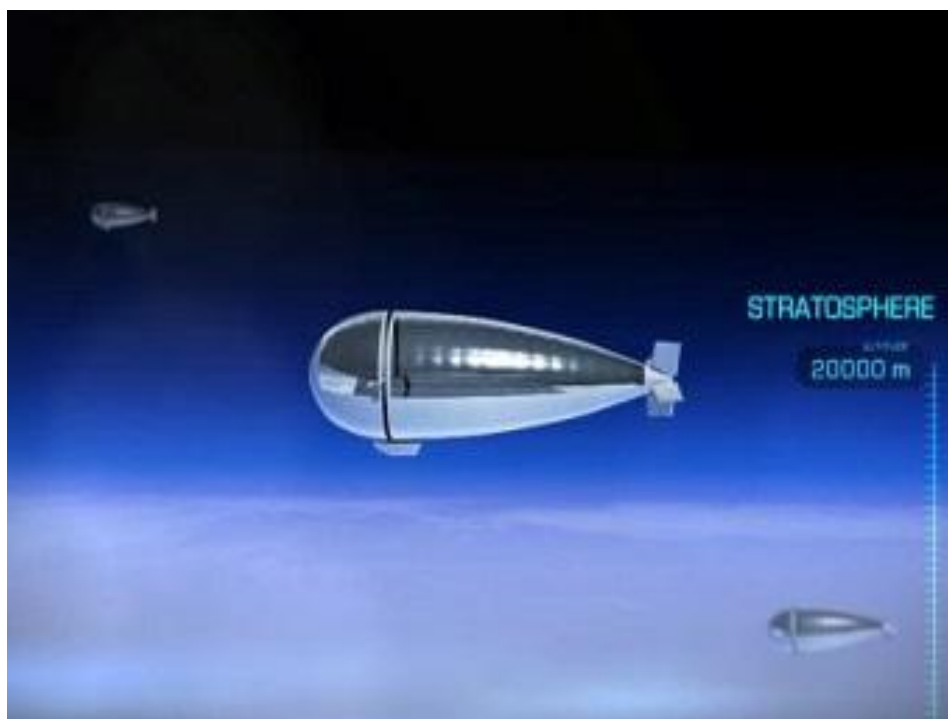


Рис. 5 «стратобус» (StratoBus).

Обшивка стратобуса изготовлена из закрученного углепластика; он может брать на борт грузы весом до 200 килограммов. Длина воздушного судна 70-100 метров, диаметр – 20-30. Первый опытный образец поднимется в небо уже через пять лет.

Стратобус будет парить на высоте 20 километров (нижние слои атмосферы, но выше воздушного транспорта и ветровых потоков). Он сможет собирать солнечные лучи в любое время года; солнечные панели дополняет система усиления мощности, а также обратимый тепловой элемент для запасания энергии. Чтобы противостоять порывам ветра, воздушному судно понадобится постоянный источник энергии – два электромотора будут постоянно менять свою выходную мощность, в зависимости от скорости ветра.

Руководит проектом фирма Thales Alenia Space, специализирующаяся на космических телекоммуникациях и навигации. В разработке стратобуса участвуют также Airbus Defence & Space, Zodiac Marine and CEA-Liten are

partners. Этот проект объединил целый кластер аэрокосмической промышленности южной Франции (предприятия, выпускающие беспилотные летательные аппараты, воздушные шары и стратопланы).

Среди основных проектов стратосферных аэростатов, разрабатываемых в мире, можно выделить: Sky Station компании Sky Station International (США), HASPA (High-Altitude Superpressure Powered Aerostat) (США), Stratellite компаний Sanswire Technologies и Telesphere Communications (США); систему ISD (Германия), StratSat британской компании Advanced Technology Group, Stratospheric Wireless Access Network (Япония) и «Беркут» воздухоплавательного центра «Авгурь» (РФ). Характеристики данных аэростатов приведены в таблице 1 [7].

Стратосферные аэростаты представляют собой стабильно находящиеся на заданной высоте беспилотные платформы, обеспечивающие подъем до 2 тонн полезной нагрузки, управляемые с наземного диспетчерского центра. Положение аэростата контролируется при помощи наземных станций слежения, для коррекции маршрута полета и маневрирования используются новейшие системы контроля полета, например GPS (Global Positioning System).

Непосредственно на оболочке аэростата располагаются панели с солнечными батареями, что позволяет накапливать солнечную энергию и использовать ее для удержания аппарата в течение многих месяцев в заданной точке. Для связи между аэростатами и передачи данных могут использоваться спутники связи (для связи с орбитальным спутником широкополосный передатчик Sky Station будет использовать частоты 47,2 - 47,5 ГГц и 47,9 - 48,2 ГГц для связи с землей).

Таблица 1.

Тактико-технические характеристики стратосферных аэростатных комплексов					
Таблица 1					
Тактико-технические характеристики	Sky Station	StratSat	Stratellite	SWAN	Беркут
Компания	Sky Station International (США)	Advanced Technology Group (США)	Sanswire Technologies, Telesphere Communications (США)	Wireless Innovation Systems Group, Исследовательский центр (Митака, Япония)	Воздухоплавательный центр «Авгурь»
Объем оболочки, м ³	более 2000	269000	–	–	500 000
Максимальная высота, км	20	20	21	20	20
Срок дежурства	5 лет	5 лет	1 год	3 – 5 лет	6 месяцев
Длина, м	–	200	70	200	290
Высота, м	–	48	–	–	58
Ширина, м	–	48	–	–	58
Полезная нагрузка, кг	–	1000	2000	–	1000
Оборудование	оборудование мобильной связи новейшего поколения 3G/4G, а также системы передачи 2G	–	станции сотовой, 3G/4G мобильной, MMDS, пейджинговой, фиксированной беспроводной телефонии, высокочастотного ТВ и др.	миллиметровый передатчик, система оптического межплатформенного взаимодействия, сетевое оборудование	–
Скорость передачи информации	спутниковый канал связи – 2 Мбит/с; передача сигнала на геостационарный пункт – 10 Мбит/с; мобильная голосовая связь – от 9,6 до 16 кбит/с, передача данных – 384 кбит/с	–	25 – 155 Мбит/с в зависимости от установленного оборудования и высоты подъема платформы	–	–
Площадь охвата, кв.км	–	–	до 600 000	–	200 000 – 500 000
Скорость, км/ч	–	до 190	–	–	–

Сеть таких аэростатов позволит обеспечивать высококачественный телекоммуникационный сервис, исключив само понятие «мертвой зоны». Прогнозируется, что площадь обслуживания каждого аппарата составит от 20 000 км² (дирижабль ISD) до 600 000 км² (Stratellite), что, по предварительным оценкам, сопоставимо с потенциалом огромного количества антенных мачт наземного базирования (например, один аэростат Stratellite или StratSat способен заменить до 14 000 мачт).

В составе телекоммуникационного оборудования на аэростате могут использоваться станции сотовой, 3G/4G мобильной связи, мультимедийных услуг MMDS, пейджинговой, фиксированной беспроводной телефонии, высокочастотного телевизионного вещания и др. Помимо предоставления доступа в Интернет, такие глобальные беспроводные системы позволят выводить на рынок телекоммуникаций такой специфический продукт, как «антенный массив», который будет поддерживаться ресурсом аэростатных платформ. Эти ТС будут обладать большой пропускной способностью информации. Так, одна ТС, размещенная на ISD, позволит одновременно поддерживать до 100 000 телефонных переговоров, а в будущем на ней можно будет размещать также и высокопроизводительные серверы для обработки данных. По оценкам разработчиков, аэростатная ТС, например Stratellite, будет способна обеспечивать скорость передачи данных от 25 до 155 Мбит/с - в зависимости от установленного оборудования и высоты подъема платформы. Срок постоянной вахты аэростата составляет от 6 месяцев до 5 лет.

Значительные успехи достигнуты в использовании солнечной энергии. Так, например, проект по созданию аппарата SolarEagle («Солнечный орёл» часть программы Vulture II, развиваемой DARPA целью проекта является разработка беспилотника способного проводить в воздухе несколько лет).

Проект по созданию аппарата SolarEagle («Солнечный орёл») является частью программы Vulture II, развиваемой Управлением перспективных исследований Министерства обороны США (DARPA). Цель инициативы — беспилотник, способный проводить в воздухе... несколько лет! Контракт на разработку машины стоимостью \$89 млн. выиграла компания Boeing. Созданием двигателей займётся Центр перспективных электроприводов при Университете Ньюкасла (Великобритания). А одним из ключевых подрядчиков последней станет компания QinetiQ, которая известна своим беспримерным беспилотным самолётом Zephyr. В прошлом июле этот аэроплан на фотоэлементах установил три мировых рекорда по продолжительности и высоте полёта для ЛА своего класса. По условиям соглашения, SolarEagle будет иметь размах крыльев 122 м (!) — ничего более огромного мировая авиация не знала. Для сравнения: у главного «мастодонта» современности Ан-225 размах крыльев составляет «всего» 88,4 м. Вес SolarEagle составит 1 270 кг; машина сможет брать на борт более 450 кг полезной нагрузки (на тестовом этапе — 90 кг). С помощью энергии, получаемой от солнечных батарей, ЛА будет способен подниматься на высоту более 18 км и развивать скорость до 100–115 км/ч. Заложенная в проект 5-летняя продолжительность беспосадочного полёта является минимальной; DARPA нацелено на увеличение этого срока вдвое. Моторы самолёта должны быть готовы к испытаниям в ближайшие шесть месяцев, а первый демонстрационный полёт состоится в конце 2013-го — начале 2014 года. Длиться он будет не менее 30 дней.



Рис. 6 «Солнечный орёл» в представлении художника (изображение Boeing).

Британская фирма Quinetiq, производитель "Зефира", работающая в области оборонных технологий, - утверждает, что ее детище во время первых испытаний пролетело 54 часа. Легкий самолет, размах крыльев которого составляет 18 метров, питался исключительно за счет собственных солнечных батарей. "Аппарат летел на солнечной энергии, днем зарядил батареи, разрядил их ночью и, оставаясь в воздухе, повторил этот цикл в течение следующего дня", - сказал представитель компании-производителя Пол Дэйви. Ночью "Зефир" достиг максимальной высоты полета - более 18 тыс. метров. Самолет вручную управлялся с земли на протяжении первых трех километров полета. После этого ответственность за полет взял на себя автопилот. "У нас есть вся аппаратура, которую пилот видит на обычном самолете", - объясняет Крис Келлехер, управлявший "Зефиром". - Есть панель управления, вид из передней кабины [передаваемый камерой], мы получаем все телеметрические данные". "Зефир" - не первый самолет, работающий на солнечной энергии. В 2005 году американская компания AC Propulsion сконструировала беспилотный самолет с солнечными батареями

SoLong, который пролетел 48 часов. Однако этот аппарат, в отличие от "Зефира", периодически выключал двигатель и планировал в воздухе.

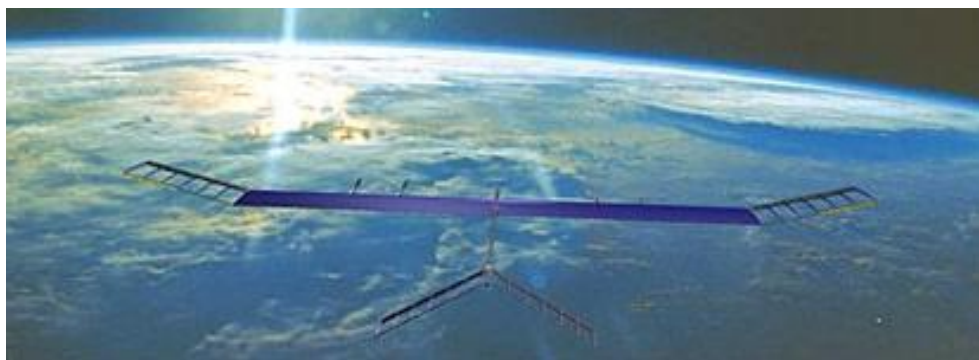


Рис. 7 Во время полета "Зефир" достиг высоты 18 тыс. метров

Американская компания Sanswire-ТАО испытала прототип летающей коммуникационной платформы и военного разведчика, представляющий собой дирижабль нового типа. Главная изюминка STS-111 — сегментированная гибкая оболочка (никаких внутренних каркасов), напоминающая червяка. Головная секция этого дирижабля заполнена гелием. Она несёт на себе полезную нагрузку, а также двигатель с винтами, способный поворачиваться по всем осям для создания направленного вектора тяги.



Рис. 8 Дирижабль STS-111

Все хвостовые секции дирижабля заполнены другим газом (это может быть метан, сингаз или водород — американцы пишут вообще-то просто fuelgas). В отличие от головного сегмента здесь подъёмная сила отрегулирована так, чтобы только лишь компенсировать вес оболочек. Хвост «червяка» снабжён также простыми неподвижными стабилизаторами



Рис. 9 Вверху испытания масштабного прототипа. Внизу полноразмерный STS-111 почти готовый к вылету (фото Sanswire-ТАО).

Главные преимущества новинки — быстрота развёртывания, относительная дешевизна самого аппарата и наземной инфраструктуры, а ещё — длительное время работы в воздухе: 2,5 дня при скорости 27 узлов (50 км/ч) и до 5 дней при более спокойном движении (если не считать помех от ветра). В дальнейшем на основе данной технологии предполагается создавать аналогичные дирижабли различного размера и назначения, в том

числе — коммуникационные спутники, действующие на высотах до 18-20 км.

Компания Google планирует кардинально изменить такую ситуацию, "опоясав" весь земной шар сетью из стратосферных воздушных шаров, несущих оборудование беспроводной связи, через которое можно будет войти в Интернет практически из любого места. В рамках проекта под названием Project Loon в небо, на высоту 18-20 километров будут запущены сотни и тысячи стратостатов, несущих солнечные батареи и коммуникационное оборудование. Первые шаги по реализации проекта Project Loon делаются сейчас в Новой Зеландии. Согласно информации, озвученной на пресс-конференции с премьер-министром Новой Зеландии, в самом ближайшем будущем в небо над этой страной будет запущено несколько воздушных интернет-шаров, а 50 участников этих испытаний, располагающихся в разных местах в районе Крайстчерча, будут пытаться устанавливать и использовать Интернет-соединение через оборудование воздушных шаров. После завершения первых испытаний коммуникационной системы, создаваемой в рамках проекта Project Loon, будет принято решение о целесообразности дальнейшего развертывания системы, что может повлечь за собой необходимость модернизации разработанного коммуникационного оборудования и программного обеспечения, позволяющего использовать это оборудование. Воздушные шары будут плавать в стабильных потоках ветра верхних слоев атмосферы под управлением единой системы. Используя переменную плавучесть этих шаров, система будет изменять высоту их полета и держать их в пределах потоков воздуха,двигающихся в необходимом направлении. Высота полетов воздушных шаров будет в два раза больше высоты полетов самолетов, благодаря чему они не будут мешать полетам грузовой, пассажирской и военной авиации. Коммуникационное оборудование, установленное в гондолах этих воздушных шаров, "обеспечит скорость соединения с Интернетом на уровне, равном или превышающем скорости сетей 3G".



Рис. 10 Фото полета воздушного интернет-шара

Множество воздушных шаров на солнечных батареях должны курсировать в стратосферных ветрах на высоте 20 км. Ветры на такой высоте постоянные, устойчивые и часто дуют параллельно экватору, так что шары должны вращаться вокруг планеты на одной параллели со скоростью 8-30 км/ч. За счет большого количества шаров можно обеспечить сплошное покрытие интернетом земной территории на конкретной параллели. По крайней мере, в теории. Эксперимент продолжается до сих пор, и недавно один из шаров сумел показать невероятный результат. Меняя высоту и прыгая в разные стратосферные потоки, шар Ibis-167 смог обогнать Землю всего за 22 дня. «Он сделал несколько петель над Тихим океаном, прежде чем словил западный ветер в направлении Чили и Аргентины, а затем вернулся к точке запуска над Австралией и Новой Зеландией, — рассказывает компания Google в официальном блоге проекта Loon. — По дороге ему удалось попасть в Ревущие сороковые — сильные западные ветра в южном полушарии, которые работают как автобан в небе, где воздушные шары могут быстро перемещаться между континентами, туда, где они нужны людям». Объединенные в единую коммуникационную сеть, шары Google обеспечат связь на обширных территориях по всему миру, а также на труднодоступных землях и во время стихийных бедствий. Каждый шар покрывает зону суши диаметром 40 км. Каждый аппарат состоит из «конверта» (15-

метровой полиэтиленовой оболочки, наполняемой гелием) с парашютом для контролируемого спуска, солнечных батарей площадью в несколько квадратных метров и коробки с оборудованием весом около 10 кг. В коробке находятся аккумуляторы, электроника и радиопередатчики для связи с соседними шарами и с абонентами на Земле. Аккумуляторы накапливают энергию днём, чтобы ее хватало на работу оборудования ночью. При хорошем солнце панели обеспечивают ток около 100 Вт.

Радиопередатчики шаров работают на нелицензируемых «научных» частотах ISM, в диапазонах 2,4 ГГц и 5,8 ГГц. Для связи с ними используются самодельные модемы. Хотя частоты совпадают с частотами стандартного WiFi, но сигналы можно отфильтровать.

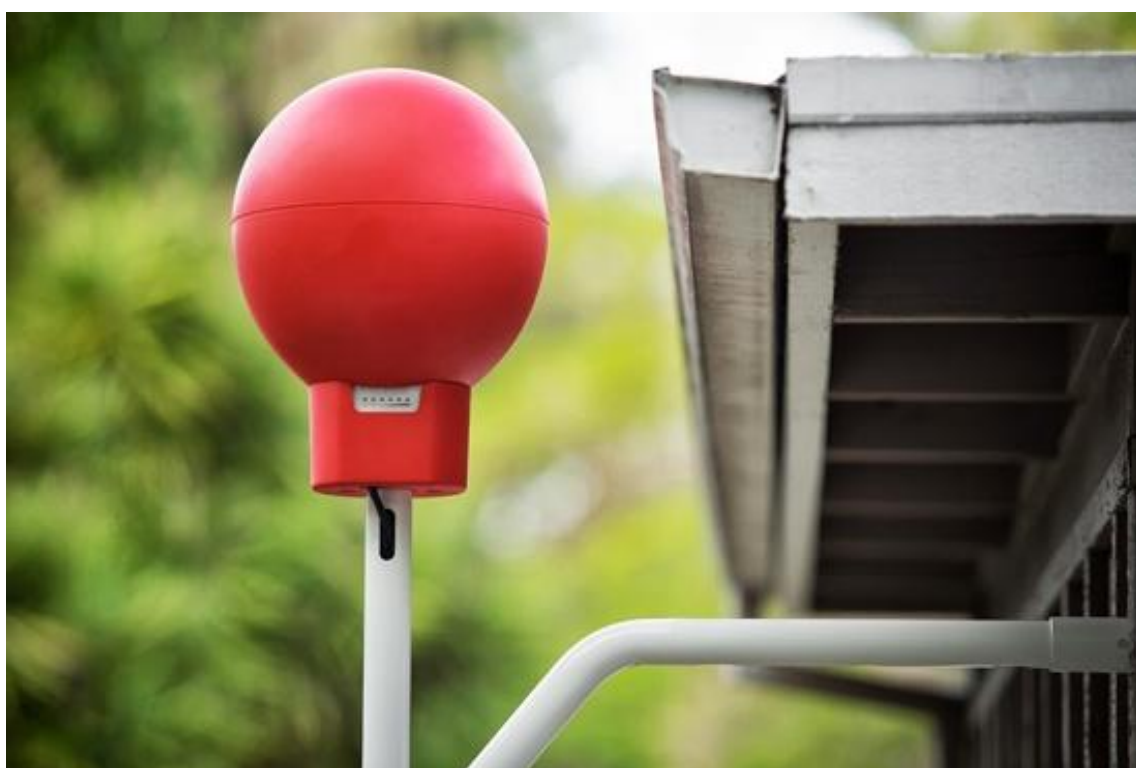


Рис. 11 Антенна, прикрепленная к дому в Новой Зеландии.

(Фото: Project Loon)

Пока что эксперимент Google ведётся только на 40-й параллели. Несколько сотен шаров должны обеспечить связь для абонентов в Новой Зеландии, Австралии, Чили и Аргентине. Ну, а вышеупомянутый рекордсмен Ibis-167 уже пошёл на второй круг вокруг Земли. В общей сложности, все шары проекта Google Loon преодолели уже более 500 000 км.

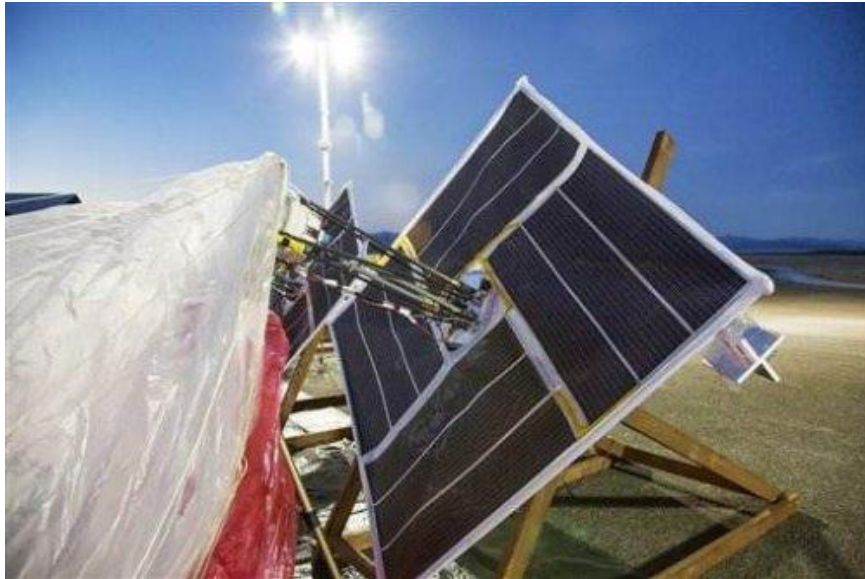


Рис. 12 Подготовка к запуску шара. (Фото: Project Loon / Google+)



Рис. 13 Взлет аэростата. (Фото: Project Loon / Google+)

Среди перспективных разработок российских воздухоплатователей особенно интересен стратосферный дирижабль, выполняющий роль телекоммуникационной платформы. Такой проект, под названием «Беркут», с 2002 г. реализует Воздухоплавательный центр «Авгурь». Работая на высоте 20 км., телекоммуникационная платформа «Беркут» сможет в течение 6 месяцев в беспилотном режиме осуществлять высококачественную передачу сигнала, обеспечивая передачу сигнала на площади от 200 000 до 500 000 кв. км. Это вполне сопоставимо с аналогичными проектами на Западе. Комплекс «Беркут» в перспективе может стать одним из звеньев в реализации глобальной программы по развитию телекоммуникаций. В этой системе стратосферный дирижабль будет поддерживать информационный канал с орбитальным спутником, передавая сигнал на привязные аэростаты «БАРС», которые будут локализованы в качестве решения проблемы «последней мили».

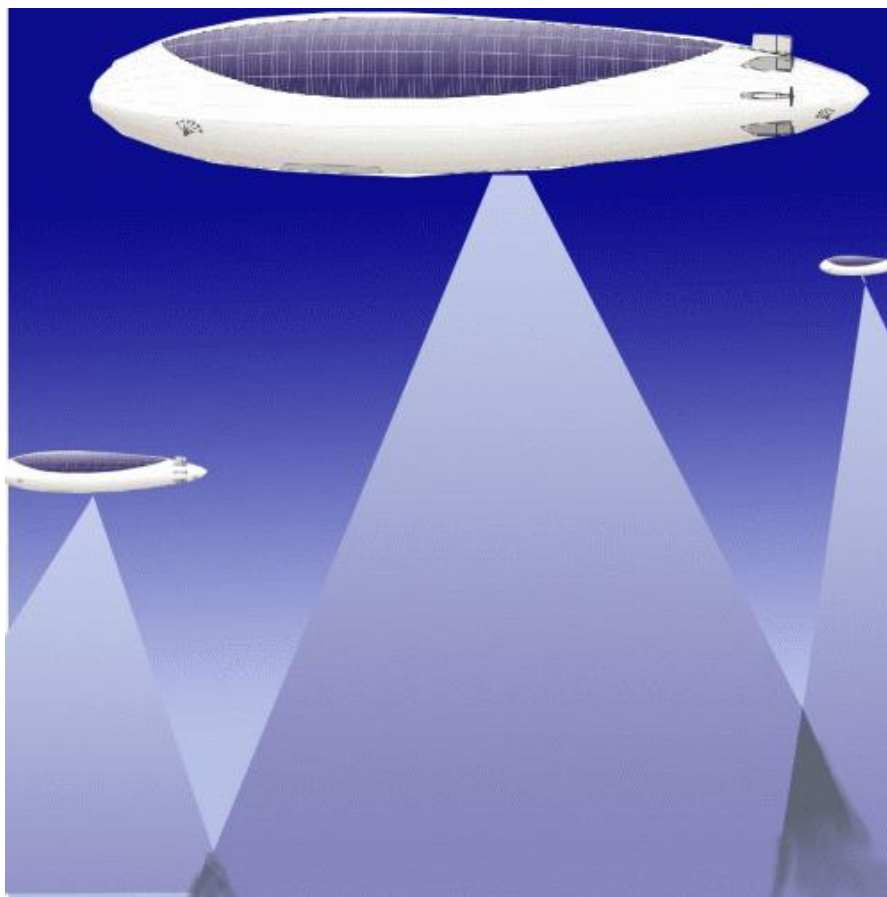


Рис. 14 Стратосферные беспилотные аэростатные телекоммуникационные платформы «Беркут» в работе

Специального внимания заслуживает пневмоэллинг для этого дирижабля. По сути — это мобильный порт, который позволит стратосферным дирижаблям стартовать и швартоваться в условиях с неразвитой инфраструктурой или удаленных от экономических регионов местности. Учитывая, что с помощью целой серии подобных высотных платформ можно обеспечить полный охват всей территории России и ряда сопредельных областей, подобная разработка должна быть востребована как для гражданского, так и военного использования.

Российский классический беспилотный дирижабль ДП-29 способен подниматься на высоту до километра, нести груз массой до десяти килограммов и находиться в автономном полете до трех часов. Два года назад ДКБА представляла роботизированный дирижабль дискообразной

формы «ДП-27 "Анюта"», который был направлен на доработку. Этот не имеющий аналогов в России летательный аппарат можно будет использовать для обеспечения информацией лесных хозяйств, МЧС, МВД и Вооруженных сил РФ [8].



Рис. 15 Дирижабль ДП-29 Фото: ОАО «ДКБА»

Телекоммуникационные системы (ТС), развернутые на аэростатах, имеют ряд достоинств, которые выгодно отличают их от других носителей.

Основными из них являются:

- аэростаты удовлетворяют требованиям геостационарности (возможность продолжительного нахождения над одной точкой земной поверхности), стратосферные телекоммуникационные платформы на базе аэростатов можно размещать в любом месте, обеспечивая удовлетворение нужд мобильных сетей связи, сети Интернет, телевизионного и радиовещания как с точки зрения качества гарантируемых предоставляемых услуг, так и с точки зрения их экономической эффективности;

- качество передаваемого сигнала через ТС, размещенную на аэростате, приближается по характеристикам к спутниковому, что позволяет с

помощью этих систем решать комплексные задачи телекоммуникационного и информационного обеспечения в условиях, где невозможно или нецелесообразно прокладывать кабель;

- аэростаты обеспечивают высотное положение передатчиков и ретрансляторов и способны заменить десятки и сотни типовых мачт. Стоимость аэростатной телекоммуникационной платформы на порядок ниже суммарных затрат на антенно-мачтовые устройства (радиус охватываемой одним аэростатным комплексом территории в зависимости от оборудования и высоты подъема может составлять от 50 до 1000 км);

- зоны покрытия аэростатными ТС позволяют создавать целостные информационные магистрали (глобальные беспроводные сети) и решать проблему «последней мили» (отрезок инфраструктуры от основной магистрали до конечного потребителя - длиной от нескольких сот метров до 20 - 30 километров);

- в отличие от ТС, развернутых на искусственных спутниках земли, обеспечивается возможность оперативного дистанционного управления ТС, их ремонта и переоснащения.

Однако наряду с несомненными достоинствами аэростатных ТС существуют и недостатки в эксплуатации, основными из которых являются:

- необходимость сохранения аэростатной ТС в устойчивом состоянии, что важно для стабильной передачи сигнала, влечет за собой потребность в разработке специальных систем, способных поддерживать равновесие даже при ураганном ветре;

- существующие аэростаты, имеющие сигарообразную форму, вынуждены выполнять маневры с большим радиусом разворота для

установки станции над нужной территорией, что создает трудности в осуществлении передачи в процессе движения;

- необходимость введения запрета на полеты воздушных судов в районах расположения средневысотных и маловысотных аэростатов;

- низкая живучесть аэростатов при использовании их в условиях боевых действий, что требует обеспечения их противовоздушной защиты, охраны и обороны наземных элементов.

Средневысотные телекоммуникационные платформы

Основными разработчиками и производителями средневысотных аэростатов являются ARC (США), «Пума» и «Ягуар» [4] (РФ). ARC способен поднимать груз до 700 кг на высоту от 3 до 10,5 км с охватом территории диаметром от 55 до 250 км (или 1,5 млн. потребителей) в зависимости от имеющегося на аэростате оборудования. Характеристики аэростатов «Пума» и «Ягуар» приведены в таблице 2 [8].

Эти аэростаты могут нести на борту различную аппаратуру связи, будучи, таким образом, сравнительно недорогой альтернативой спутниковым носителям. Полезный груз размещается на ферме, подвешенной под оболочкой, в защитном мягком герметичном обтекателе. Обтекатель аэростата вмещает цифровые передатчики различных видов связи (телефонной, пейджинговой, телевизионной и др.), обеспечивая ее на частотах любого типа на территории до 100 000 квадратных километров.

Кабель-трос удерживает аэростат во время подъема, спуска и стоянки на рабочей высоте, обеспечивая электроснабжение бортовых систем и

полезного груза, а также отвод молнии и статического электричества (аэростат «Пума»). Наземный комплекс обслуживания гарантирует нормальное функционирование аэростата на рабочей высоте, его подъем и спуск, наземное обслуживание на всех этапах работы, а также обслуживание полезного груза.

Таблица №2

Тактико-технические характеристики средневысотных аэростатных комплексов «Ягуар» и «Пума» Таблица 2		
Тактико-технические характеристики	«Ягуар»	«Пума»
Объем оболочки, м ³	8900	11 809
Длина оболочки, м	55,2	60,7
Высота, м	32,5	35,8
Максимальная скорость ветра, м/с - при наземном положении - на рабочей высоте	30 25	46 30
Скорость подъема/спуска, м/мин	90 – 180	100 – 240
Рабочая высота с полезной нагрузкой, м	1000 – 4000	2000 – 5000
Продолжительность полета	30 дней	25 дней
Максимальная полезная нагрузка, кг	1700	2200
Передача данных	по радиоканалу	
Электропитание	по кабель-тросу	
Передаваемая мощность, кВт	20	32,5
Система поддержания давления	автоматическая	

Комплекс наземного обслуживания включает в себя аэростатное удерживающее устройство, оснащенное лебедкой, средства газо- и воздухораспределения и профилактического обслуживания, систему энергоснабжения, наземный пункт управления.

Основными достоинствами ТС, размещенных на средневысотных аэростатах, являются:

- - достаточно большая площадь покрытия при небольшой высоте подъема;
- - высокая мобильность (скорость подъема и спуска); -простота эксплуатации (подъема, спуска, управления);
- - способность находиться в воздухе в течение одного месяца;
- - высокая грузоподъемность;
- - не требует установки специальной аппаратуры для сопряжения с наземными терминалами.
- Aeros в качестве носителя телекоммуникационного оборудования ARC.
- В качестве недостатков можно отметить:
- - наличие кабеля-троса;
- - необходимость обеспечения электроснабжения при помощи наземной станции по кабелю-тросу.

Средневысотные аэростаты могут найти самое широкое применение при организации связи на стратегическом и оперативном уровне в мирное и военное время.

В первую очередь целесообразно рассмотреть вопрос о применении их в качестве воздушных опорных узлов связи при развертывании опорной сети системы связи объединения. Благодаря способности аэростата обслуживать значительную территорию без «мертвых зон» при многостанционном доступе при построении опорной сети связи не потребуется частое изменение ее структуры, что сократит количество сил и средств, привлекаемых для ее развертывания. Воздушные опорные узлы связи будут применяться тогда, когда наземные станции не смогут обеспечить требуемый уровень живучести опорной сети связи или их применение окажется нерациональным. Это может произойти в случае действий войск объединения на разных направлениях, при глубоком вклинении противника, при обеспечении связи с окруженными войсками, при ведении маневренных действий, при

проведении контрударов. Опорная сеть связи в этом случае может строиться не во всей полосе обороны объединения, а очагово, по направлениям действий войск. Наличие воздушных опорных узлов связи сделает опорную сеть связи «объемной», что, несомненно, повысит ее устойчивость.

Другим направлением использования средневысотных аэростатов является обеспечение радиодоступа подвижных абонентов к ресурсу опорной сети связи в зоне обслуживания. Установка на аэростате станции радиодоступа позволит сократить количество аналогичных наземных станций, обеспечить подвижных абонентов всем спектром телекоммуникационных услуг от телефонной связи до передачи данных и видеоизображения.

Маловысотные телекоммуникационные платформы

Большое значение придается разработке маловысотных (малообъемных) привязных аэростатов [5], среди которых выделяются комплексы «БАРС» и «Рысь», разработанные Воздухоплавательным центром «Авгурь» и ИППИ РАН (РФ), состоящих из наземного причального устройства, привязного аэростата и базовой радиомодемной станции, с которой установленная на платформе передающая станция связана кабель-тросом [9]. В качестве носителя ТС был взят малообъемный аэростат, который значительно проще в изготовлении и эксплуатации, чем западные воздухоплавательные системы такого же класса. Автоматизированную работу лебедки обеспечивает компьютер, благодаря чему за несколько минут можно плавно поднимать и опускать аппарат, контролируя работоспособность кабель-троса (кевларовый трос, комбинированный с оптоволоконным и электрическим кабелями).

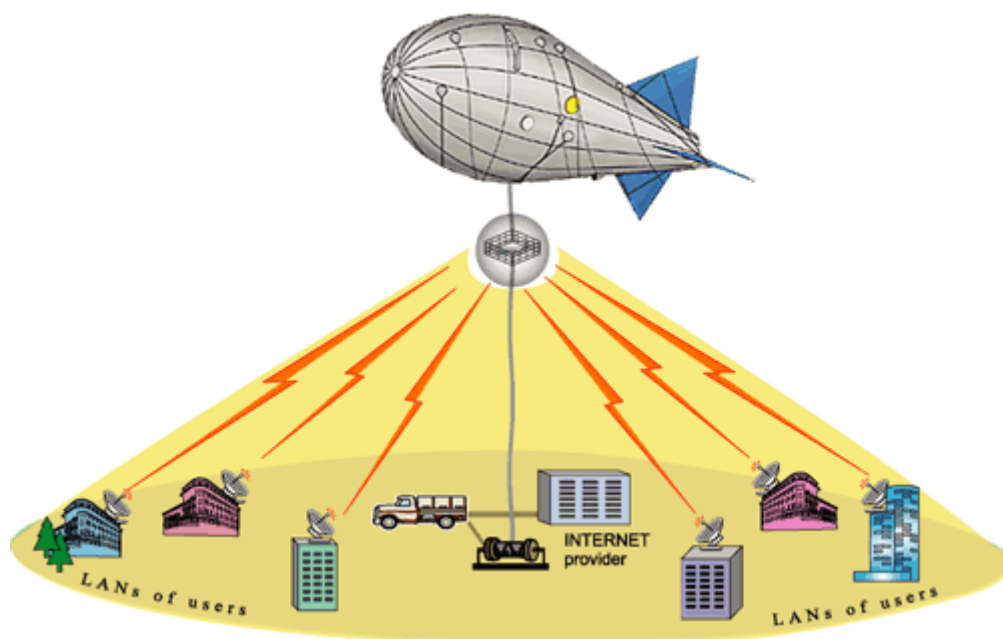


Рис. 16 Схема работы комплекса «БАРС»

Комплексы позволяют использовать в единой системе как имеющиеся антенны, так и возможности маловысотной платформы. Полезная нагрузка включает оборудование для доступа в Интернет, передачи цифрового телевидения, обеспечения сотовой, пейджинговой, транкинговой связи, обеспечения проведения видеоконференций, электронной торговли (в том числе и для государственных нужд) и др.

Радиооборудование подключается «витой парой» к маршрутизатору (серверу) локальной сети. Максимальная грузоподъемность аэростатных установок - 100 - 120 кг, что позволяет реа-лизовывать телекоммуникационные проекты (например, базовая станция стандарта CDMA весит 54 кг). С помощью платформ будут создаваться телекоммуникационные и ретрансляционные сети для обеспечения высококачественной беспроводной связи, что также позволит решить целый ряд специальных задач. Для наполнения оболочки и первого подъема аэростата требуется 4-6 человек. Регулярные операции, в том числе инспекция и повторное наполнение, требуют участия 1-2 человек. Характеристики аэростатов «БАРС» и «Рысь» приведены в таблице 3 [9].

Тактико-технические характеристики маловысотных аэростатных комплексов «БАРС» и «Рысь» Таблица 3		
Тактико-технические характеристики	«БАРС»	«Рысь»
Объем оболочки для заполнения гелием, м ³	420	450
Длина оболочки, м	17,8	18,9
Максимальная скорость ветра, м/с – при наземном положении – на рабочей высоте	20 25	– 25
Диаметр оболочки, м	7,8	8,6
Масса, кг	155	–
Рабочая высота с полезной нагрузкой, м	500 – 700	500 – 1000
Максимальная полезная нагрузка, кг	100	120

При создании сети связи с помощью малообъемных аэростатов-носителей обеспечиваются:

- - гибкость архитектуры сети и возможность ее оперативной модификации (высокая мобильность);
- - высокая скорость передачи информации, а также соединение АТС между собой беспроводными каналами связи со скоростью до 10 Мбит/с (а с учетом новейших технологий - значительно больше);
- - быстрота проектирования и реализации, что важно при жестких требованиях ко времени построения сети;
- - покрытие территории без «мертвых зон»;
- - простота управления оборудованием.

Основным недостатком малообъемных аэростатов является малая грузоподъемность.

Малообъемные дирижабли могут найти широкое применение в тактическом звене управления в качестве ретрансляторов и станций радиодоступа для обеспечения. Применение малообъемных дирижаблей должно увязываться с использованием средневысотных аэростатов для создания единого информационного пространства.

Выводы:

Разработчики всех приведенных выше БПЛА надеются, что их детище сможет потеснить традиционные спутники, функционирующие на геостационарной орбите. Все данные беспилотные платформы могут выполнять те же функции, только не в космосе, а в стратосфере, да и расходы на его обслуживание меньше, как минимум, в пять раз.



Рис. 17 Стратосферная телекоммуникационная платформа.

(платформа упала на севере Красноярского края после двух оборотов вокруг земли)

Создание полноценного инфокоммуникационного комплекса для освоения обширных территорий Арктики, Красноярского края и Дальнего востока потребует грамотного сочетания наземных, воздушных и орбитальных носителей телекоммуникационного оборудования.

Литература:

1. Д.И. Васильев, Р.Г. Галеев, А.А. Рахманов Направление развития информационно-телекоммуникационной среды Арктики. Сб. Связь в ВС РФ-2010. Вып. 5. стр. 105-107.
2. Хамадун И. Туре. К концу года число пользователей Интернета достигнет трех миллиардов. / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.un.org/russian/news/>
3. Йохан Балийон «Неуправляемый прогресс принесет лишь проблемы» / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lenta.ru/articles/2014/08/29/office>
4. Рынок наноспутников вырастет в 2,7 раза к 2019 г (Мировые новости) / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.i-russia.ru/special/articles/22881>
5. Бендин С.В. Аэростатные телекоммуникационные платформы// Радиоэлектроника и телекоммуникации. - 2003. -2(26) и 4(28).
6. StratoBus airship prototype targeted within next five years. / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://phys.org/news/2014-03-stratobus-airship-prototype-years-video.html>
7. С.И.Мех, Ю.А.Семашко Применение аэростатов в интересах обеспечения военной связи. Наука и военная безопасность, № 2/2006, стр. 54-57
8. Первый российский беспилотный дирижабль прошел заводские испытания. / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lenta.ru/news/2014/09/16/airship/>

9. Привязные аэростаты «Пума» и «Ягуар» / [Электронный ресурс]. -
Режим доступа: <http://rosaerosystems.pbo.ru/russian/product/puma.html>.
10. Малообъемные аэростаты «БАРС» и «Рысь» / [Электронный ресурс]. -
Режим доступа: http://rosaerosystems.pbo.ru/russian/product/au_17.html.