

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:

АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-82030

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ,  
И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ,  
С. Л. МИШЕНКОВ

Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН

Обложка: В. М. МУСИЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1

Тел.: (495) 607-31-18.

E-mail: [ref@radio.ru](mailto:ref@radio.ru)

Приём статей — e-mail: [mail@radio.ru](mailto:mail@radio.ru)

Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: [advert@radio.ru](mailto:advert@radio.ru)

Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: [sale@radio.ru](mailto:sale@radio.ru)

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,  
р/сч. 40703810538090108833

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 3010181040000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 24.11.2023 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:

Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;

КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт редакция.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В перепику редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио®, 1924—2023. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»

142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.

Зак.

# Надувные "спутники связи": двадцать лет спустя

**А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва**

*"Вы не должны делать вещи по-другому только потому, что они разные.  
Они должны быть... лучше".*

**Илон Маск**

В декабрьском номере журнала "Радио" за 1999 г. на с. 62 была размещена статья про стратосферные дирижабли с телекоммуникационной начинкой от компании Sky Station (Небесная Станция), которые в упрощённом виде представляли собой такие надувные "спутники связи", располагаемые на высотах более 20 км, снабжённые оболочкой с наносенными на неё солнечными батареями и стабилизируемые неким ионным двигателем.


Потом вся эта затея как-то рассосалась, потому что предложенный двигатель оказался неспособным что-либо стабилизировать при тех ветрах, которые существуют даже на таких высотах, оболочка оказалась то ли дорогой, то ли нереализуемой, конструкция подкачала, да ещё жёлтая пресса заговорила о мошенничестве с целью вытянуть деньги у инвесторов. Ну что же, в современном мире случается всякое.

Но вот прошло более 20 лет, и в мире наблюдается ренессанс дирижаблей. Причём это отражается не только в областях, где в последнее время дирижабли были традиционно сильны, вроде туризма или грузовых платформ. И вот, СМИ массово сообщают новость о том, что "на наших глазах рождается совершенно новая область — стратосферные дирижабли". Действительно, всё новое — это хорошо забытое старое.

За рубежом их называют HAPS (High Altitude Platform Station) или высотные платформы, или стратосферные аэростаты, или те же стратосферные дирижабли, или высотные псевдоспутники, которые предназначены для построения комплексных систем коммуникаций: доступ в Интернет, связь и ТВ-вещание. В целом, HAPS заполняют свободный сегмент между спутниками и наземными вышками, органично сочетаясь с оптическими линиями и технологиями сотовой связи.

Все стратосферные платформы имеют практически одинаковую архитектуру: летательный аппарат играет роль вершины беспроводной широкополосной сети, обслуживающей заданный район. Собственно, проект Sky Station из 90-х годов XX века подразумевал то же самое. Просто современные технологии позволяют разместить на беспилотном носителе гораздо больше телекоммуникационных ресурсов (Интернет "пошире", связь получше, ТВ в 4K и пр.). HAPS, будь то дирижабли, воздушные шары или беспилотные летательные аппараты, нацелены на то, чтобы обеспечить покрытие обширных территорий в течение нескольких месяцев.

А ведь казалось, что с дирижаблями в очередной раз не получилось, причём эта история продолжалась целое столетие. В начале XX века и в годы Первой мировой войны именно дирижабли захватывали небо, тогда как зарождающаяся авиация во многом им уступала. Эксперты рисовали дирижаблям фантастическое будущее, и в 1936 г. был

**Dr.Web**  Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

[www.drweb.com](http://www.drweb.com)  
Бесплатный номер службы поддержки в России:  
8-800-333-79-32

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»**

 **РИНЕТ**

БЛИЖЕ К ЛЮДЯМ

Телефон: +7(495)981-4571  
E-mail: [info@rinet.ru](mailto:info@rinet.ru)  
Сайт: [www.rinet.ru](http://www.rinet.ru)

построен самый крупный дирижабль в мире LZ 129 "Гинденбург", названный в честь недавно скончавшегося рейхс-президента Германии. Аппарат имел в длину 245 м, четыре дизельных мотора по 1000 л. с., которые позволяли развивать скорость до 120 км/ч. "Гинденбург" совершал регулярные рейсы из Германии в США, пока однажды при швартовке в Нью-Джерси не вспыхнул наполнявший его водород. Через 34 с дирижабля не стало, после чего все пассажирские перевозки на дирижаблях были надолго запрещены как в США, так и в Европе.

Сегодня в ряде стран существуют проекты стратосферных дирижаблей, помимо возродившегося Sky Station. Все они базируются на том, что сила ветра, достигая своего максимума на высотах порядка 10 км (более 30 м/с), на высоте 20 км спадает и составляет около 10 м/с. Кроме того, там воздух имеет меньшую плотность, и нагрузки, воздействующие на конструкцию, уже в 30...40 раз меньше, чем в нижних слоях атмосферы. Это значит, что можно создать лёгкую и эффективную платформу с учётом ошибок и недоработок ранних проектов. Кстати, пассажирские самолёты летают на высотах до 12 км, и, следовательно, HAPS не несут рисков для воздушного движения. Правда, размеры аэростатов получатся внушительные: объём — в сотни тысяч кубометров гелия, длина — до нескольких сотен метров.

Стратосферные дирижабли могут использоваться и как наблюдательные пункты. К примеру, всего лишь восемь таких аппаратов могут закрыть всю западную границу России. Ещё одна сфера — военное применение при проведении антитеррористических операций и в региональных конфликтах. Ведь на высотах базирования 20...22 км не каждая зенитно-ракетная система может их достать, не каждый самолёт может перехватить. Не так давно весь мир наблюдал, как американцы долго пытались ликвидировать аналогичную цель над своей территорией.

Цель создания стратосферных дирижаблей понятна. В настоящее время возрастает необходимость в передаче громадных потоков информации. Казалось бы, для этого созданы спутниковые и кабельные системы, которые, вроде бы, пока справляются со своими задачами. Однако в последние годы происходит взрывной рост мобильной телефонии и Интернета, подводящие существующие технологии к пределу своих возможностей. Впрочем, цена вопроса тоже имеет значение, так как запуск спутников или охват кабельными коммуникациями целых стран и континентов, как известно, недешёвое удовольствие. HAPS нацелены, прежде всего, на покрытие больших площадей с малой плотностью населения, где создание сетей мобильной связи на базе антенных мачт невыгодно. Современные технологии позволяют таким платформам находиться на высоте достаточно долго, питаясь, прежде всего, солнечной энергией.

Компания Sky Station, как зачинщик всего процесса развития HAPS, про-

должает исследовать возможность создания стратосферных дирижаблей, предназначенных для широкополосного доступа, мониторинга местности и разведки. Наполненные гелием дирижабли будут базироваться на высоте 21 км, что позволит обеспечить высокую пропускную способность и плотность передачи данных при низком потреблении энергии. Каждый дирижабль выполнен в виде гигантской капли (в этом все проекты HAPS похожи) длиной 160 м и диаметром 62 м и несёт на себе топливные баки, солнечные батареи и аппаратуру весом до 1000 кг. Планируется, что срок службы HAPS будет составлять 5...10 лет. Следует заметить, что сегодня речь идёт не об одном дирижабле, а о системе из 250 стратосферных платформ, каждая из которых сможет предоставлять услуги связи на территории площадью около 19 тыс. кв. км (где-то с Московской областью). Абоненты передают данные с помощью маломощных передатчиков прямо на аэростат, а бортовой ретранслятор аэростата посылает сигналы другим пользователям. Ретранслятор сможет принимать данные со скоростью 2 Мбит/с и передавать их абонентам со скоростью 10 Мбит/с (не так уж и много в сравнении с 20...60 Мбит/с от Старлинки Илона Маска). Зато знакомые читателям журнала мечты о непосредственной работе со смартфонами через HAPS могут быть исполнены гораздо проще и быстрее, чем через специализированные низкоорбитальные спутники. Предполагается, что стоимость доступа в Интернет составит несколько центов в минуту. А что же другие проекты?

Проект стратосферного дирижабля Stratsat компании Advanced Technologies Group предназначен в основном для мобильной телефонии. Длина аэростата равна 200 м, что эквивалентно трём самолётам "Боинг-747", объём составляет 269000 м<sup>3</sup>. Запуск прототипа уже состоялся. Беспилотная платформа сможет базироваться также на высоте 21 км и располагать аппаратурой не только для мобильной телефонии, но и для телевидения, Интернета, а также средств наблюдения. На большей части верхней поверхности аэростата расположены солнечные батареи. Электроэнергия приводит в действие пропеллеры, которые позволяют удерживать аппарат с точностью позиционирования до 0,5 км над пунктом назначения. Система сможет обеспечивать около 1000 млрд минут разговоров в год. Для сравнения, оператор мобильной связи Orange обеспечивает 40 млрд минут в год.

Летом 2023 г. американский HAPS-стартап Sceye успешно завершил свой третий испытательный полёт за три месяца и выполнил все основные задачи, включая ориентацию и автоматизированное управление давлением, управление за пределами прямой видимости, а также надёжный запуск и подъём. Испытательный полёт также успешно обеспечил три независимых и резервных канала передачи данных, а также обеспечивал подъём нескольких полезных нагрузок, включая инфразвуковой

датчик, портативный оптический спектрометр частиц, радиозонд и прототип устройства для исследования аэрозолей.

В случае Sceye это дирижабль, который летает на высоте 19800 м и питается от солнечной энергии, захваченной покрытием дирижабля из элементов селенида меди-индия-галлия и элементов арсенида галлия. Sceye HAPS был предложен не только для обеспечения связи с сельскими общинами и регионами с недостаточным уровнем обслуживания, но и для размещения бортовых датчиков, которые могут отслеживать парниковые газы в режиме реального времени и обеспечивать наблюдение Земли с высоким разрешением.

Однако HAPS — это не только дирижабли. Минувшим летом военная компания BAE Systems также провела первый успешный стратосферный испытательный полёт своей платформы для беспилотных летательных аппаратов. Компания заявила, что её беспилотник PHASA-35 достигает высоты более 20 км за 24-часовой полёт, достигнув стратосферы над Нью-Мексико и успешно приземлившись. PHASA-35 имеет размах крыльев 35 м, на них расположены солнечные батареи, полезная нагрузка аппарата — 15 кг (в том числе оборудование связи 4G/5G). Успешные испытания являются свидетельством напряжённой работы целой команды компаний Prismatic, Piran, Amprius, Microlink, Honeywell, PMW Dynamics и Met Office. Последние испытания проходили с космодрома Америка в Нью-Мексико на ракетном полигоне Уайт-Сэндс. Они спонсируются Техническим центром командования космической и противоракетной обороны армии США. Испытательный полёт на ракетном полигоне Уайт-Сэндс координировался и поддерживался персоналом, прикрепленным к Военно-морскому центру надводных боевых действий.

В начале июня 2023 г. компания Mira Aerospace завершила испытательный полёт своей высотной псевдоспутниковой платформы HAPS — солнечного самолёта ArusDuo на аэродроме Хюйе в Руанде. Во время 10,5-часового испытательного полёта с полезной нагрузкой 3,6 кг ArusDuo достиг высоты 16686 м.

Mira Aerospace — это совместное предприятие компаний UAVOS и Bayanat. Калифорнийская компания UAVOS является разработчиком и производителем передовых беспилотных систем. Компания заявила, что её система авионики продемонстрировала стабильную работу при экстремальных температурах  $-68^{\circ}\text{C}$ . Компания UAVOS заявила, что её аппарат сможет работать в стратосфере на средней высоте 18 км. Он имеет размах крыльев 15 м и максимальную взлётную массу 43 кг. Mira заявила, что планирует коммерциализировать эту технологию к 2025 г. Его платформы смогут предоставлять услуги в области связи, наблюдения Земли, погоды, безопасности и управления чрезвычайными ситуациями. В свою очередь, компания Bayanat предлагает приложения, услуги и компоненты для спутников и авиации,



включая геодезию, геопрограммный анализ и анализ данных наблюдения Земли, а также спутниковые радары.

Компания SoftBank провела успешный полёт модели своего нового высотного псевдоспутника HAPS 14 марта 2023 г. в Уилкоккс-Плайя, штат Аризона. SoftBank заявила, что собрала данные, необходимые для проверки полёта и проектирования самолёта, в рамках разработки HAPS. Текущая версия Sunlider ("солнечного беспилотника"), разработанная дочерней компанией SoftBank HAPSMobile и AeroVironment Inc., успешно достигла стратосферы во время испытательного полёта, проведённого ещё в сентябре 2020 г. Беспилотник, который представляет собой, по сути, просто одно большое крыло длиной 78 м, покрытое солнечными батареями, создан для создания сети мобильного Интернета с использованием диапазона 700 МГц. С его борта впервые в мире была успешно организована стратосферная ретрансляция сигнала мобильной связи по технологии LTE. Sunlider работал в сложных условиях стратосферы, где скорость ветра превышала 30 м/с, а температура опускалась до  $-73^{\circ}\text{C}$ . Sunlider оснащён десятью электрическими двигателями. Солнечные батареи, которые занимают всю площадь крыла, днём вырабатывают энергию для двигателей, а также заряжают аккумуляторный блок литиевых батарей, благодаря чему аппарат может летать в течение нескольких месяцев, днём и ночью, с крейсерской скоростью 110 км/ч.

Оборонный гигант Airbus планирует начать коммерческую эксплуатацию своего высотного беспилотника Zephyr и может выделить собственную телекоммуникационную компанию и компанию по наблюдению за Землёй под названием Aalto, а также ищет средства для обеспечения этой коммерциализации.

Zephyr — это высотный псевдоспутник HAPS на солнечных батареях, который предназначен для того, чтобы оставаться в воздухе в течение нескольких месяцев и предлагать альтернативный метод подключения в сельских и малонаселённых районах без первоначальных затрат на вышки сотовой связи или спутники. Технология также может быть использована для обеспечения временной связи после сбоя традиционной телекоммуникационной инфраструктуры, например после землетрясения. Zephyr, первоначально разработанный оборонной группой Qinetiq в 2003 г., был продан Airbus в 2013 г. С тех пор Airbus разрабатывает и тестирует платформу, чтобы подготовить её к коммерческому использованию.

Последняя итерация Zephyr — Zephyr Z8B имеет размах крыльев 25 м при массе всего 75 кг. HAPS предназначен для полётов на высоте около 21 км. В августе прошлого года Zephyr Z8B побил рекорд самого продолжительного полёта в истории, оставаясь в воздухе 64 дня подряд. Сбой на 64-й день произошёл, когда Zephyr Z8B опустился ниже своей стандартной высоты до

13 км и в конечном итоге упал на землю. Было заявлено, что сбой произошёл из-за отказа одного из компонентов во время плохой погоды.

Впрочем, Airbus — это не поставщик телекоммуникационных услуг, поэтому компания наняла финансовую корпорацию Morgan Stanley, чтобы помочь им найти внешних партнёров, которые могут предложить финансовую поддержку. Сообщается, что Airbus намерен сохранить право собственности на Aalto, хотя и рассмотрит возможность внешних инвестиций.

Летом 2023 г. Aalto объявила о подписании Меморандума о взаимопонимании (MoU) и вступлении в стратегическое партнёрство с оператором мобильной связи Paradise Mobile, базирующимся на Бермудских островах, для внедрения в регионе услуг HAPS. Paradise Mobile получит доступ к решениям Aalto, когда компания развернёт коммерческие услуги в 2024 г. Это позволит Paradise Mobile предоставлять услуги связи на обширной территории и оперативно обеспечивать дополнительное покрытие во время чрезвычайных ситуаций.

Aalto подписала также контракт с японской корпорацией Space Compass на демонстрационный полёт своей стратосферной беспилотной платформы. В 2023 г. Aalto будет испытывать свой высотный псевдоспутник Zephyr Z8B, оснащённый аппаратурой мобильной связи, чтобы обеспечить этакую "антенную башню в небе" на солнечных батареях. Дальнейшие полёты запланированы на 2024 г., а коммерческий запуск ожидается в конце того же года. Zephyr Z8B сможет обеспечить мобильную связь 4G/5G в сельских и недостаточно обслуживаемых районах или же когда по разным причинам связь временно отсутствует.

Space Compass, совместное предприятие NTT и SKY Perfect JSAT, подписало контракт с Aalto на работу над службой связи и наблюдения Земли с использованием HAPS, начиная с Японии в рамках "Космической интегрированной вычислительной сети" Space Compass. В январе 2022 г. Airbus, NTT, DOCOMO и SKY Perfect JSAT объединились для совместного изучения услуг связи от HAPS.

Предлагается включить в состав Space Compass различные объекты космической инфраструктуры ИКТ с использованием стационарных спутников ГСО, низкоорбитальных спутников, HAPS, наземных станций и центра хранения и обработки данных в космосе.

В рамках "Космической интегрированной вычислительной сети" Space Compass и разработчик инфраструктуры космической связи Skyloom объявили о планах запустить службу ретрансляции данных GEO над Азией в 2024 г., которая будет расширена во всём мире к 2026 г. Система будет использовать терминалы оптической/лазерной связи и обеспечит прямую передачу данных со спутника GEO в "облако".

Ранее Space Compass вступила в альянс с корпорацией Axelspace, чтобы позволить последней использовать услуги ретрансляции данных Space

Compass для платформы наблюдения Земли с высоким разрешением Axelspace. Также в рамках проекта вычислительной сети NTT и Sky Perfect объявили в 2021 г., что планируют запустить центр обработки данных в 2025 г.

Как видно, разработки HAPS идут не так быстро, и не все они дирижабли. Далеко не всё и не у всех получается. По информации издания The Defense News, начиная с 2007 г. и по 2012 г. Пентагон потратил на разработку различных дирижаблей 7 млрд долл. При этом технические неудачи и сокращения оборонного бюджета демонстрируют нам, что с задачей разработки новых дирижаблей оказалось не так-то просто справиться, даже при наличии существенного объёма финансирования.

Одним из наиболее крупных американских провалов стал военный дирижабль LEMV — Long Endurance Multi-intelligence Vehicle, который создавался по заказу американских сухопутных войск. Предполагалось, что он станет основным средством рекогносцировки для американских военных, а также универсальным средством связи. Проект стартовал в 2010 г. с прицелом на то, что уже через полтора года первые дирижабли LEMV смогут применяться в Афганистане.

Разработкой LEMV занималась компания Northrop Grumman. Дирижабль даже успел совершить свой первый испытательный полёт. Предполагалось, что LEMV сможет в течение 21 суток находиться на высоте приблизительно в 6 км над уровнем моря. Каждый вылет самолёта для проведения разведки обходится американским налогоплательщикам в 10...30 тысяч долл., в то время как дирижабль мог бы находиться в небе в течение 21 дня за те же деньги.

Однако Northrop Grumman не удалось сделать конструкцию дирижабля LEMV такой лёгкой, какой они рассчитывали её сделать первоначально. Из-за возникающих утечек газа сквозь оболочку дирижабль реально мог находиться в небе не более шести дней. Отмена работ по проекту LEMV стала уже третьей неудачной попыткой американских военных возродить военные дирижабли. В 2012 г. была заморожена программа по разработке в интересах ВМС США дирижабля MZ-3A, а в самом начале 2013 г. из бюджета ВВС США исчез ещё один проект — дирижабль TCOM Blue Devil 2, который даже не смог подняться в воздух из-за перевеса.

Неудачей завершились работы и по разработке высотного дирижабля HALE-D, который создавался для нужд американской системы противоракетной обороны (ПРО). Предполагалось, что этот дирижабль разместится на высоте примерно в 18 км над уровнем моря. Он должен был решать задачу по координации запуска ракет системы ПРО. Во время выполнения своего первого полёта в 2011 г. дирижабль разбился. В результате аварии никто не погиб, но падение машины на деревья вывело из строя его солнечные батареи, которые были главной "фишкой" проекта.

Одной из главных проблем при создании HAPS является энергообеспечение. В течение дня солнечные элементы снабжают энергией двигатели, которые удерживают аппараты в заданном месте, а также коммуникационную аппаратуру. Ночью солнечные батареи бесполезны, приходится использовать запасённую энергию. Энергию можно запасать и в аккумуляторных батареях, но они имеют очень большую массу. Поэтому сейчас самым перспективным считается использование топливных элементов (ячеек), когда днём солнечные батареи напрямую питают двигательную установку и аппаратуру, а часть энергии идёт на расщепление воды (на борту аппарата расположен бак с водой) в электролизере на водород и кислород. Ночью запасённые водород и кислород в топливных ячейках превращаются в воду. При этом вырабатывается электрическая энергия, а образовавшаяся вода запасается в ёмкости. На первый взгляд, казалось бы, логично использовать водяной пар из атмосферы, но на высотах 20 км влажность практически равна нулю.

Другой возможностью энергообеспечения беспилотных летательных аппаратов или свободных аэростатов является использование СВЧ-излучения (грубым аналогом является обычная микроволновая печь), передаваемого на борт аппарата направленным лучом с земли. Были проведены испы-

тания этой технологии с передачей энергии на расстояние с мощностью 30 кВт и полученным КПД 54 %. Однако недостатками такой технологии, прежде всего, являются необходимость создания зон отчуждения и катастрофическая неэкологичность. В зону излучения не рекомендуется залетать птицам и дельтапланеристам.

Впрочем, проблема энергообеспечения очень легко решается для привязных аэростатов, когда энергетическое обеспечение осуществляется по кабелю с земли. С помощью челночной системы можно снабжать аэростат несущим газом, можно доставлять аппаратуру, а можно и ремонтников с туристами.

Эксперименты проводились и показали, что на высоте 20 км и при полезной нагрузке 200 кг общая масса системы составляет 4 т, масса троса — 2400 кг при длине 30 км. Трос выполняется из кевлара диаметром 9 мм. Наиболее критичным участком при подъёме аэростатов оказался участок на высоте 10...13 км. Платой опять же будет создание зон отчуждения, в которых будет введён запрет на полёты других летательных аппаратов. Это обстоятельство ограничивает применение привязных дирижаблей в центральной Европе, но может быть весьма перспективно в странах с большими территориями, но с относительно низкими потоками воздушного транспорта.

Итак, цели и перспективы использования HAPS остаются, технологии совершенствуются, специалисты учатся. Стоит, правда, отметить, что пока частные инвесторы не очень рвутся инвестировать в проекты дирижаблей нового поколения, и наиболее рискованными, с этой точки зрения, остаются проекты создания военных дирижаблей, хотя бы потому, что современные системы ПВО уже научились "стрелять" на 20...25 км. Поэтому похоже, что коммерческие системы связи на базе HAPS мы увидим ещё не скоро, поскольку им ещё нужно будет выдержать конкуренцию с тем же Старлинком. Однако списывать эти летательные аппараты и решения на их базе со счетов преждевременно. Появление новых технологий, к примеру, потенциальное снижение стоимости производства гелия, могут позволить спроектировать достаточно эффективные решения. Возможно, что через 20 лет мы всё-таки их увидим.

По материалам [3dnews.ru](http://3dnews.ru),  
[rrdlab.com](http://rrdlab.com), [dzen.ru/a/X4bexyay](http://dzen.ru/a/X4bexyay)  
[Hh8Xon5](http://Hh8Xon5), [datacenterdynamics.com](http://datacenterdynamics.com),  
[topwar.ru](http://topwar.ru), [gsma.com](http://gsma.com), [shalaginov.com](http://shalaginov.com),  
[rus.ruvr.ru](http://rus.ruvr.ru), [dailytechinfo.org](http://dailytechinfo.org)