

Ю.В. Прус¹, Б.Ж. Битуев¹, В.М. Шаповалов²
(¹Академия Государственной противопожарной службы МЧС России,
²Академия гражданской защиты МЧС России; e-mail: ntp-tsb@mail.ru)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРАТОСФЕРНЫХ ДИРИЖАБЛЕЙ В ИНТЕРЕСАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Проведён анализ возможных технологий с использованием стратосферных дирижаблей в интересах систем безопасности территорий.

Ключевые слова: стратосферный, дирижабль, территориальная система безопасности.

Yu.V. Prus, B.J. Bituev, V.M. Shapovalov
SOME ASPECTS OF USING
STRATOSPHERIC AIRSHIPS IN THE INTERESTS
OF ENSURE SECURITY TERRITORY

The analysis of possible technology with the use of stratospheric airships for system security territory.

Key words: stratospheric, airship, territorial system of security.

История создания стратосферных дирижаблей

Технические возможности освоения с помощью различного типа летательных аппаратов области *стратосферы выше 20 км*, часто называемой "предкосмосом" (англ. "near space"), и открывающиеся перспективы для решения ряда задач военного и коммерческого характера впервые стали обсуждаться в конце 1940-х гг., когда возникла концепция использования стратосферных дирижаблей в качестве низкоорбитальных спутников Земли. Затем, в связи с развернувшейся в 1950-1970 гг. между сверхдержавами СССР и США "гонкой в космосе" и бурным развитием космических технологий, данное направление перестало считаться актуальным.

Дальнейшая разработка концепции использования дирижаблей в стратосфере возобновилась в конце 1970 – начале 1980 гг. в связи с развитием планов "звездных войн" – СОИ (стратегическая оборонная инициатива). При этом некоторые из проектов стратосферных беспилотных дирижабельных платформ получили поддержку государств и оборонных ведомств. В ходе выполнения проектов к середине 1990 гг. сформировалась современная кон-

цепция использования стратосферных беспилотных дирижабельных платформ, а также общая схема их технического устройства [1, 2].

Большинством проектов предусматривалось создание полностью автономного *беспилотного дирижабля*, способного подниматься на высоту более 20 км. Выбор данных слоев атмосферы (зона так называемой велопаузы, разделяющей потоки воздуха с противоположно направленными скоростями) определяется рядом обстоятельств. С увеличением высоты скорость ветра растет и достигает максимума (более 30 м/с) на высотах порядка 10 км, а затем к высотам около 20 км ветер спадает до минимума (около 10 м/с). На данных высотах, наряду с незначительными скоростями преобладающих ветров, отмечается также относительное их постоянство по направлению. Кроме того, воздух имеет плотность в 30-40 раз меньшую, чем в приземном слое, следовательно, меньше и нагрузки, воздействующие на конструкцию дирижабля. Также важно то, что стратосферные дирижабли не будут мешать воздушному движению, поскольку пассажирские самолеты летают на высотах до 12 км.

Предполагается, что основным полетным режимом при эксплуатации стратосферных дирижаблей будет *зависание над заданной точкой земной поверхности* и дрейф в пределах "куба" размером порядка 1×1×1 км. Такие стратосферные дирижабли становятся фактически *низкоорбитальными геостационарными спутниками Земли*, в связи с чем они получили название геостационарных стратосферных платформ (ГСП).

Управление полетом и работой систем летательного аппарата предполагается осуществлять из диспетчерского центра преимущественно в автоматизированном режиме. Предполагаемая длительность автономного полета дирижабля – от 3 до 10 месяцев. Энергообеспечение работы двигателей и оборудования осуществляется за счёт накопления энергии, полученной от солнечных батарей. Для полярных широт (проблема полярной ночи) рассматривается возможность использования компактного ядерного реактора.

Практическая реализация проектов сдерживалась в силу несовершенства технологий энергообеспечения двигательных установок и отсутствия необходимых материалов для построения корпуса стратосферного дирижабля. Для этих целей требуются легкие конструкционные материалы, обеспечивающие необходимую прочность и жесткость аппарата достаточно большого размера: для подъёма нескольких тонн полезной нагрузки на высоты порядка 20 км необходимый объем дирижабля составляет сотни тысяч кубометров гелия или водорода, а линейные размеры дирижабля достигают нескольких сотен метров.

Также необходимы оболочечные материалы с высокой удельной прочностью и малой газопроницаемостью. Достижения 1980-1990-х годов в областях энергетики (солнечные накопители и регенеративные энергетические элементы, например водородные топливные элементы) и материаловедения (композиционные и полимерные материалы, фотогальванические пленки) обусловили возможности решения имеющихся проблем, и к 2003-2004 гг. поступила первая информация о тестах прототипов стратосферных дирижаблей с полезной нагрузкой от 2 до 5 тонн. Развернувшаяся к 2010 г. гонка ведущих аэрокосмических компаний по созданию стратосферных беспилотных дирижаблей свидетельствует о начале новой волны научно-технической революции.

Экономическая целесообразность использования стратосферных дирижаблей

Экономическая целесообразность использования стратосферных дирижаблей очевидна из сравнения затрат на эксплуатацию различных типов летательных аппаратов. Согласно данным [3], стоимость почасовой эксплуатации: для спутников – \$1000-4000, для беспилотных авиасистем (типа HAWK) – \$300-1000, для стратосферных дирижаблей – \$2-5.

Следует учитывать, что за 10-15 лет, в течение которых орбитальный спутник несет свою вахту, большая часть оборудования серьезно устаревает. В случае неисправности или выхода из строя оборудования орбитального космического спутника осуществить его ремонт или замену невозможно. Стратосферный дирижабль по окончании вахты может приземляться для обслуживания, ремонта, изменения и модернизации полезной нагрузки в приспособленном ангаре с соответствующей инфраструктурой и персоналом. В это время на дежурство заступает дирижабль-дублер.

Подготовка космического аппарата до вывода на орбиту занимает, как правило, до полутора лет, а также требуется создание структурно отлаженной телекоммуникационной спутниковой системы. Геостационарная стратосферная платформа может быстро входить в режим обслуживания абонентов в радиусе своего "пятна", не дожидаясь создания глобальной инфраструктуры. В случае необходимости стратосферный дирижабль может легко поменять расположение, а для орбитального космического спутника такая процедура весьма проблематична.

Отслужившие свой срок спутники зачастую становятся "космическим мусором", представляющим источник потенциальной опасности как для дру-

гих космических аппаратов, так и в дальнейшем при неконтролируемом падении на земную поверхность. Загрязнение остатками ступеней ракет и иным мусором, образующимся во время выведения спутников на орбиты достигло таких масштабов, что к середине века некоторые участки геостационарных орбит могут оказаться совсем непригодными для работы из-за угрозы повреждения аппаратов частичками мусора. Использование стратосферных дирижаблей позволит сократить загрязнение космоса, поскольку по завершении срока эксплуатации воздухоплавательные комплексы приземляются и утилизируются, как обычная авиационная техника.

Одним из серьезных преимуществ стратосферных дирижаблей является их экологическая чистота. При запуске и выводе космических аппаратов на орбиту сжигаются десятки тонн токсичного ракетного топлива, разрушающего озоновый слой атмосферы. В процессе эксплуатации геостационарных платформ (ГСП) на базе стратосферных дирижаблей применяются технологии преобразования солнечной энергии и энергии других источников без вредных выбросов в атмосферу.

Области возможного применения геостационарных стратосферных дирижабельных платформ

Изначально проектирование стратосферных дирижабельных комплексов осуществлялось в соответствии с концепцией технологий двойного назначения, и предусматривало возможности применения как военного – для противоракетной обороны, так и коммерческого – в качестве специализированных телекоммуникационных платформ [1-3].

Установленные на ГСП системы радиолокационного контроля позволяют вести наблюдения за всеми летающими объектами в любом направлении в радиусе около 600 км. Поэтому их использование считается наиболее действенным средством в деле противоракетной обороны. При установке лазерных радаров появляется возможность засекать низколетящие объекты, в том числе крылатые ракеты. ГСП могут также эффективно применяться в системе управления наземными зенитными ракетными комплексами.

ГСП могут использоваться для непрерывного детализированного наблюдения в локальном пространстве, что крайне важно, например, при проведении антитеррористических операций.

Основная цель мирного использования ГСП – удешевление различных сервисов, включая системы связи, Интернет, ретрансляцию сигналов цифрового телевидения высокой четкости и радиосигнала. Также через ГСП может

осуществляться высокоскоростная передача данных с помощью мобильных терминалов. По оценкам специалистов, использование телекоммуникационного оборудования ГСП позволит в сотни раз увеличить пропускную способность радиоканалов в одном и том же частотном диапазоне.

Очевидно, что указанные направления не исчерпывают всех возможных областей применения стратосферных дирижабельных платформ. Стратосферные дирижабли, по мнению многих специалистов, могут эффективно применяться при решении ряда важных задач, например, таких как мониторинг, наблюдение, некоторые научные исследования.

Интеграция стратосферных геостационарных платформ в территориальные системы безопасности и жизнеобеспечения

Одно из важных направлений дальнейшего развития концепции геостационарных стратосферных дирижабельных платформ связано с перспективами их интеграции в системы безопасности и жизнеобеспечения территорий, находящихся в обслуживаемой ими зоне.

Поскольку полезная нагрузка проектируемых в настоящее время стратосферных дирижаблей невелика (2-5 тонн), при решении проблем безопасности и жизнеобеспечения территорий необходимо ориентироваться, прежде всего, на максимально возможное использование изначально установленного на них оборудования, включающего радары, лидары, телескопы, электронно-оптические преобразователи, средства телекоммуникации и связи.

На основе интеграции ГСП в системы безопасности и жизнеобеспечения территорий может быть создана эффективная система раннего обнаружения опасных событий и явлений природного и техногенного характера, аварий и пожаров. Перспективным представляется применение новых технологий также и для ряда других целей, связанных с охраной различных объектов, обеспечением общественной безопасности и т.п. Это обстоятельство свидетельствует о необходимости межведомственного сотрудничества с целью создания эффективной системы комплексной безопасности населения, промышленных объектов и территорий.

Осуществление непрерывного мониторинга воздушного пространства, местности, различных инженерных и природных объектов представляется вполне возможным при соответствующем использовании устанавливаемых на ГСП приборов.

На базе ГСП возможно создание системы стратосферного базирования для проведения глобального мониторинга и исследований тропосферы с вы-

сокой разрешающей способностью при синоптических наблюдениях.

Радары ГСП могут эффективно применяться при проведении радиолокационных исследований атмосферы, в системах штормооповещения, метеобеспечения авиации и пр. Представляется реальным создание на базе ГСП стратосферных систем непрерывного автоматизированного радиолокационного мониторинга облачности, определения грозо- и градоопасности облаков, своевременного распознавания опасных явлений погоды. Разрабатываемые в настоящее время автоматизированные системы обработки радиолокационной информации и управления противогодовыми операциями открывают новые возможности для оперативного радиолокационного контроля эффективности воздействия, основанные на измерении площадных, объемных и интегральных характеристик облаков [4].

Создание лидарных систем для ГСП является альтернативой орбитальным лидарным системам, например, созданным в рамках программы LITE (Lidar In-Space Technology Experiment). Современные космические проекты разделились на два направления – совершенствование "атмосферных" и создание геодезических лидаров, способных сканировать рельеф земной поверхности с приемлемой разрешающей способностью [5, 6].

Установленная на ГСП "атмосферная" лидарная система способна осуществлять зондирование атмосферы в отсутствие облачности с очень хорошим пространственным разрешением по вертикали и горизонтали. К задачам, которые, в частности, может решать такая лидарная система, относятся: контроль распределения и общего содержания аэрозолей; измерение оптической толщи и высоты облачности; оценка атмосферных параметров, таких как влажность, скорость ветра, температура, давление; измерение высотных профилей распределения водяного пара и газов.

Известно, что эффективность использования лидара непосредственно зависит от высоты его подъема. В наземном лидаре принимаемый отражённый свет будет зашумлён из-за рассеяния в загрязнённых нижних слоях атмосферы. Подъем лидара в воздух или на орбиту существенно улучшает соотношение сигнал-шум и эффективный радиус действия системы. Оснащение ГСП лидарной системой дает возможность зондирования атмосферы на таких волнах, которые полностью поглощаются в нижних слоях атмосферы, что обеспечивает ряд преимуществ над лидарами, установленными на самолетах и земной поверхности.

Лидарная система, установленная на ГСП, вполне способна различать, а при соответствующей компьютерной обработке первичных данных и распознавать аномалии в воздухе, порождённые очагами пожаров [7, 8].

В отличие от обнаруживающих и распознающих лишь тепловые аномалии пассивных инфракрасных систем, такая лидарная система может выявлять и различать дымы по аномалиям, порождаемым частицами горения, изменению химического состава и прозрачности воздуха. Технология с радиусом обнаружения дымов в 20 км была впервые заявлена в [9], активные поиски оптимальных конфигураций систем и процедур автоматизированной обработки результатов измерений продолжаются [10].

Спутниковые лидарные системы не позволяют добиться эффективного отображения рельефа местности из-за больших высот. Так, поднятый на высоту 260 км лидар LITE весом 2 тонны с зеркальным телескопом диаметром 1 м, "рисовал" на земле размытое пятно диаметром 300 м, [5, 6]. Простые расчёты показывают, что подобные геодезические лидары, базирующиеся на ГСП, вполне способны сканировать рельеф земной поверхности с достаточной для практического использования (в современных геоинформационных, а также в перспективных "неогеографических" системах) разрешающей способностью.

Под названием "неогеография" в настоящее время принято понимать новые средства и методы работы с геопространственной информацией. Они отличаются от предыдущих – карт и геоинформационных систем – тремя основными признаками: использованием географических (в отличие от картографических) систем координат, применением в качестве основного растрового (а не векторного) представления географической информации; а также использованием открытых гипертекстовых форматов представления географических данных [11-17]. Представляется весьма вероятным, что использование стратосферных лидарных геодезических систем позволит реализовать новые неогеографические подходы к работе с локализованной в географическом пространстве и во времени информацией.

Представляется перспективным использование телекоммуникационного оборудования ГСП при дальнейшем развитии авиационных технологий мониторинга территорий, основанных на применении беспилотных летательных аппаратов (БЛА), оснащенных приборами наблюдения в различных оптических диапазонах (видимом, ИК- и УФ-диапазонах, с аппаратурой спектрального анализа и т.п.) [18, 19]. Появляется реальная возможность создания системы непрерывного мониторинга обслуживаемой территории из единого диспетчерского центра с ретрансляцией каналов управления и передачи первичных данных мониторинга, полученных БЛА, через телекоммуникационное оборудование геостационарной платформы.

Наиболее перспективными представляются методики мониторинга на базе ГСП, обусловленные возможностями применения современных информационных и телекоммуникационных технологий для управления БЛА и оборудованием, а также обработки первичных данных с процедурами распознавания образов и использования систем поддержки принятия решений [18-20].

При этом, в зависимости от конкретной ситуации, могут быть выбраны наиболее оптимальные варианты патрулирования БЛА территорий. Управление патрулированием на базе ГСП может осуществляться в автоматическом, автоматизированном или ручном режиме, быть сплошным либо выборочным. Высота полёта БЛА в автоматическом режиме управления может меняться от наибольшей, с минимальным допустимым разрешением сканирования, с переходом на меньшую высоту при распознавании возможного опасного события (обнаружения выброса вредных веществ, возможного очага возгорания и т.п.) сканирующей автоматизированной системой мониторинга (АСМ).

При дальнейшей процедуре распознавания либо установлении возможного опасного события оператор должен получить от АСМ сигнал о необходимости перехода на автоматизированный либо на ручной режим управления БЛА. После перехода управления к оператору БЛА продолжается наблюдение за обстановкой и осуществляется передача необходимой информации о происшествии в региональный или федеральный центр управления кризисными ситуациями, где принимается решение о проведении соответствующих мероприятий, направленных на идентификацию и установление обстоятельств возможного опасного события.

Как следует из вышесказанного, представляется возможным значительно расширить и дополнить первоначально определенный при проектировании стратосферных дирижаблей список функциональных задач, которые могут решаться при эксплуатации ГСП.

Учитывая обширные потенциальные возможности ГСП, необходимо выработать и положить в основу проектирования комплекса технических средств единую концепцию, предусматривающую выполнение всего возможного спектра задач на основе оптимального, обусловленного возможностями использования современных информационных и телекоммуникационных технологий, использования установленного на них оборудования, электронной вычислительной и телекоммуникационной техники.

Согласованное выполнение таким сложным техническим объектом обширного набора разнообразных функций требует создания управляющей как самим летательным аппаратом, так и работой установленного на нем обо-

дования интегрированной автоматизированной системы, включающей компоненты бортового и наземного базирования.

Создание целостной автоматизированной системы мониторинга в составе интегрированной автоматизированной территориальной системы безопасности и жизнеобеспечения в соответствии с принципами системного подхода к проблеме обеспечения безопасности позволит не только значительно повысить, но и реально обеспечить качественно новый уровень защищенности населения, промышленных объектов и территорий от всех видов внутренних и внешних угроз техногенного, природного и антропогенного характера.

Очевидно, для интеграции новых аэрокосмических технологий в системы безопасности и жизнеобеспечения территорий необходимо создание соответствующей целостной инфокоммуникационной инфраструктуры, обеспечивающей потребности всех заинтересованных ведомств и организаций [20, 21].

При проектировании данной системы требуется организация и координация деятельности соответствующих научных, конструкторских, опытно-экспериментальных, учебных и практических подразделений не только МЧС России, но также всех заинтересованных ведомств и организаций (следует также изучить и возможности организации международного сотрудничества по данному направлению).

Литература

1. Эшли С. Стратосферные дирижабли // В мире науки. – 2005. – № 5. – С. 67-68.
2. Голубятников В. Дирижабли набирают высоту // Наука и жизнь. – 2007. – № 7. – С. 44-49.
3. Проблемные вопросы создания высотных аэростатических платформ как перспективного средства телерадиокоммуникационного и мониторингового обеспечения / Сб. науч. тр. под ред. Чернышева С.Л. – ЦАГИ. Труды. – Вып. 2682. – 2009. – 58 с.
4. Абшаев М.Т., Абшаев А.М., Малкарова А.М., Мизиева Ж.Ю. Радиолокационные исследования водосодержания кучево-дождевых облаков // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2009. – Том 45. – № 6. – С. 731-736.
5. McCormick M.P. Spaceborne lidars // The Review of Laser Engineering (Japan). – 1995. – Vol. 23. – № 2. – P. 89-93.
6. Winker D.M., Couch R.H., McCormick M.P. An overview of LITE: NASA's Lidar In-space Technology Experiment // Proc. IEEE. – 1996. – Vol. 84. – № 2. – P. 164-180.
7. Козинцев В.И., Орлов В.М., Белков М.Л. и др. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2002. – 527с.
8. Utkin A.B., Fernandes A., Simoes F., Lavrov A., Vilar R. Feasibility of forest-fire smoke detection using lidar // International Journal of Wildland Fire. – 2003. – №12. – P. 159-166.

9. Brown de Colstoun F., Chambaret J.-P., Chambaret Y., Le Saige de la Villesbrunne A.G., Moscovici J.-C.M. Station for detecting and locating through laser beams an object or a substance likely to diffuse back at least one part of the incident laser ray and system for sensing a substance such as smoke in particular of a fire such as a forest fire // U.S. Patent 4893026. – 1990.

10. Correia Da Silva Vilar R.M., Simoes F., Vasconcelos Da Costa J., Utkin A.B., Lavrov A. Lidar system controlled by computer for smoke identification applied, in particular, to early stage forest fire detection // U.S. Patent 7164468. – 2007.

11. Аноприенко А.Я., Еременко Е.М. Неогеография и постбинарный анализ // Наукові праці Донецького національного технічного університету. проблеми моделювання та автоматизації проектування. – 2008. – С. 249-258.

12. Караванов М.Ю. Современные тенденции развития технологий GNSS // Пространственные данные. – 2008. – №4. – С. 62-63.

13. Ерёмченко Е.Н. Неогеография: особенности и возможности // Материалы конференции "Неогеография XXI-2008" IX Международного Форума "Высокие технологии XXI века", Москва, 22-25 апреля 2008 года.

14. Дмитриева В.Т. и др. Неогеография: новые подходы к работе с географической информацией // География и экология в школе XXI века. – 2009. – Вып. 3. – С. 9-16.

15. Clemen C., Gruendig L. 3D Building Information Efficiently Acquired and Managed // FIG Commissions 5, 6 and SSGA Workshop "Innovative Technologies for an Efficient Geospatial Management of Earth Resources", 23-30 July 2009, Lake Baikal, Listvyanka, Russian Federation.

16. Клименко С. В. Ситуационное моделирование, виртуальное окружение и неогеография в интегрированной информационной системе для общественной безопасности и реагирования // Международная конференция "Методы неогеографии и виртуального окружения в визуализации геоданных" (Geyser Valley 2009), 16-17 сентября 2009, Петропавловск-Камчатский, Россия.

17. Александров М.Ю. Технология GeoConference для эффективного управления в условиях чрезвычайных ситуаций // Пространственные данные. – 2009. – №4. – С. 52-55.

18. Прус Ю.В., Артюшин Ю.И. Применение авиационных технологий при пожарах в условиях отдаленности и затрудненного доступа // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". – 2007. – № 5.

19. Прус Ю.В., Артюшин Ю.И., Буцынская Т.А. Применение авиационных технологий в деятельности пожарных подразделений // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2008. – № 2. – С. 41-46.

20. Прус Ю.В., Битуев Б.Ж., Белозеров В.В., Шаповалов В.М., Мирзоев М.А. Организация межведомственного взаимодействия при чрезвычайных ситуациях на основе инфотелекоммуникационных систем «виртуального штаба» // Сб. трудов. 18-й междунар. конф. "Информатизация и информационная безопасность правоохранительных органов". – М: Академия управления МВД России, 2009. – С. 242-247.

21. Прус Ю.В., Битуев Б.Ж., Белозеров В.В., Шаповалов В.М. Базовые системы инфокоммуникационного обеспечения – основа создания "виртуального штаба" при пожарах и ЧС // Технологии техносферной безопасности. – 2008. – № 5.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 26 февраля 2010 г.