



№ 3 (58), 2011

МАРТ

НАУКА@ТЕХНИКА

ЖУРНАЛ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ МОЛОДЕЖИ



КОНФЛИКТ НА
ОСТРОВЕ ДАМАНСКИЙ



ДВУХТАКТНЫЙ ДВС

ТЕПЛОКРОВНЫЕ
ДИНОЗАВРЫ



МОНАРХИЧЕСКИЕ
ТРАДИЦИИ НА УКРАИНЕ



ВКС ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Александр Левенко, главный конструктор проекта ВКС «Сура»,
член Союза журналистов Украины



Часть 1

ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКИЙ САМОЛЕТ

«Воздушно-космический самолет (ВКС) — летательный аппарат для полета в атмосфере (на основе аэродинамических принципов) и в космическом пространстве. Концепция ВКС была впервые сформулирована Ф.А. Цандером в 1924 г. ВКС объединяет ряд компонентов и систем самолета, ракеты-носителя и космического аппарата и рассчитывается на достижение орбитальных высот и скоростей, полет в космическом пространстве, маневрирование на орбите или с погружением в атмосферу, спуск в атмосфере с маневрированием для горизонтальной («самолетной») посадки в заданном районе»

КЛАССЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

Самолет-ракета

Идея создания самолета, способного летать в атмосфере и космическом пространстве, родилась в начале прошлого века вместе с появлением авиации. «Послужной список» зарубежных и отечественных проектов впечатляет. Особенно интересно узнать, что в СССР этой темой занимались в таких масштабах, что их можно сравнить с остальным миром. **В таблице приведен почти полный перечень отечественных разработок ВКС.**

Этот список действительно более-менее полный, если не учитывать ведомственные и иные интересы. Здесь нет некоторых проектов, предложенных авиаторами.

А один из них — проект «Буря» — заслуживает более, чем внимания: ракетоплан «Буря» с полным основанием можно считать лучшей технической разработкой в СССР летательного ракетного аппарата за все времена, он остается непревзойденным и по сей день. Проект создавался в ОКБ-301 С.А. Лавочкина людьми, имевшими огромный опыт в конструировании летательных аппаратов, а не самоучками, протаптывающими пути в неведомое — кем, и с этим нужно согласиться, собственно, и были первые советские создатели ракет.

Чтобы это понять, достаточно ознакомиться с содержанием документов первых лет разработки королевских ракет.

Предварительные соображения о работах по созданию управляемых летательных аппаратов с СПВРД по схеме составных ракет дальнего действия

«Предварительные исследования, проведенные в ОКБ-1, показывают, что управляемые летательные аппараты со сверхзвуковыми прямоточными воздушно-реактивными двигателями (СПВРД), разрабатываемые на базе существующих ракет дальнего действия (Р-1, Р-2, Р-3) с использованием жидкостного двигателя для их разгона и набора высоты, обладают большими возможностями по увеличению дальности полета.

Так, летательный аппарат на базе существующей ракеты Р-2 при начальном весе порядка 20 т может иметь дальность 2,5-3 тыс. км при весе полезной нагрузки 2 т, а на базе разрабатываемой ракеты Р-3 при начальном весе порядка 70 т дальность полета составит 6-8 тыс. км при том же полезном весе.

Такой летательный аппарат, по существу, является двухступенчатой составной ракетой, в которой первой ступенью явля-

ется ракета с ЖРД, а второй ступенью — управляемый самолет с СПВРД.

Ниже приводятся характеристики СПВРД:

Ракета	$k=c_y/c_x$	$P_{уд}$	$P_0, т$	ДВРД	P_0 II ст., т
Р-2	3,5	1500-1600	1,6-2,5	800-1200	5,5-9,0
Р-3	3,5	1600-1700	11,4-14	2100-2300	70-90

Старт, разгон и набор высоты подобных летательных аппаратов с СПВРД в случае взлета с земли представляют собой сложную задачу. В случае же вертикального старта при использовании для разгона и набора высоты ракет дальнего действия эта задача в принципе является в настоящее время решенной. В этом случае для участка траектории, на котором производится разгон и набор высоты, возможно применение существующих конструкций ракет, двигателей и систем управления, соответствующим образом переделанных и приспособленных для этих целей.

Кроме того, при вертикальном старте с помощью ракет дальнего действия не требуется больших стационарных сооружений на стартовой площадке и при соответствующим образом выbranной форме траектории разгона и набора высоты существенно снижаются требования к регулированию СПВРД, что упрощает задачу его создания и отработки. Созданию боевых автоматических управляемых аппаратов по такой схеме должны предшествовать разработка и доводка СПВРД, а также создание экспериментальных машин для проверки и отработки в летных условиях комплекса необходимых вопросов, решение которых должно предусматривать разработку боевой машины.

Для отработки СПВРД необходимо создание специальной экспериментальной базы, включающей в себя и аэродинамические трубы, позволяющие вести отработку натурных двигателей. Создание экспериментальной машины должно вестись параллельно с созданием новой экспериментальной базы, но с максимальным использованием существующей в стране экспериментальной базы.

Экспериментальная машина должна представлять собой летающую лабораторию, на которой можно было бы отрабо-

Воздушно-космические системы СССР

КБ	Проект или шифр изделия	Обозначение ВКС или ОК	Начало летных испытаний	Кол-во запусков	Носитель	Примечание
ОКБ-23	Проект «40»		-	-		Проект воздушно-космического самолета (ВКС)
ОКБ-23	Проект «48»	ВКА-23	-	-		Проект воздушно-космического самолета, 1959 г.
ОКБ-2	P-1					Проект воздушно-космического самолета, сер. 60-х гг.
ОКБ-2	P-2					Проект воздушно-космического самолета, сер. 60-х гг.
ОКБ-156	«130»					Проект беспилотного воздушно-космического самолета, сер. 60-х гг.
ОКБ-156	«136» («Красная звезда»)		-	-		Проект пилотируемого воздушно-космического самолета, сер. 60-х гг.
КБ «Зенит» (ОКБ-155)	Проект «50-50» («изделие 50»)	«Спираль»	-	-		Проект гиперзвукового (6М) ВКС со взлетной массой 52 т в составе самолета-разгонщика «50-50» с 4 ВРД Р-39-300 и пилотируемого орбитального самолета «50» (8,8 т, «изд. 50-11») с 2-ступенчатым ракетным ускорителем, 1964 г.
			-	-		Дневной фоторазведчик (детальной оперативной разведки), проект
			-	-		Радиолокационный разведчик, проект
			-	-		Ударный ВКС с ракетами «космос-земля» массой 1700 кг, проект
			-	-		Инспектор-перехватчик космических целей, проект
	ЭПОС	150.11	1977	1	Ту-95К	Аналог орбитального самолета с дозвуковой скоростью полета (с ТРД РД-36К). ЭПОС — «экспериментальный пилотируемый орбитальный самолет»
	ЭПОС	150.12		-	-	Аналог со сверхзвуковой скоростью полета (масштабная модель)
	ЭПОС	150.13		-	-	Аналог с гиперзвуковой скоростью полета (масштабная модель)
	БОР	«Бор-1»				Деревянный макет с телеметрической аппаратурой. БОР — «беспилотный орбитальный ракетоплан»
	БОР	«Бор-2»				Макет с программным управлением (модель в масштабе 1:5)
	БОР	«Бор-3»				Улучшенный вариант (модель в масштабе 1:2)
	БОР	«Бор-4»	1982	4	РН «Космос-3М»	Для отработки аэродинамики, термозащиты и управления. Беспилотный аналог «Спирали» в масштабе 1:3
	БОР	«Бор-5»		5	РН «Космос-3М»	Уменьшенная модель в масштабе 1:8 для отработки программы «Буран»
	БОР	«Бор-6»				Уменьшенная модель МТКК «Буран», не испытывалась
		МТКВП			РН «Вулкан»	С вертикальной посадкой, проект, сер. 70-х гг.
НПО «Молния»	«Проект 49»		-	-	-	Проект авиационно-космической системы с использованием самолета Ан-124, 1981 г.
НПО «Молния»	«Проект 49М»		-	-	-	Проект АКС с использованием двухфюзеляжного транспортного самолета, 1981 г.
НПО «Молния»	«Бизань»		-	-	РН	Проект авиационно-космической системы многоразового использования, 1982 г.
НПО «Энергия»		ОС-120	-	-		Проект многоразовой космической системы — аналога американской «Space Shuttle», 1975 г. 1-я ст. — 4 блока «А» с ЖРД РД-123 тягой по 600 тс, 2-я ст. — ОК с тремя ЖРД 11Д122 тягой по 250 тс + топливный бак. Масса ОК — 155,35 т, МКС — 2380 т
НПО «Молния», НПО «Энергия»		ОК-92	-	-	РН «Энергия»	Проект многоразовой космической системы с ОК с 2 ТРДДФ Ал-31 у основания кия, 1976 г.
НПО «Молния», НПО «Энергия»*	«Рубин»	«Буран»	-	-	РН «Энергия»	Проект многоразовой космической системы, 1976 г.
	ОК-МЛ-1	«Буран»				Полноразмерный макет орбитального корабля, 1983 г.
	ОК-МТ					Полноразмерный макет ОК, 1984 г.
	ОК-ГЛИ («изделие 002»)	БТС-02	1985			БТС — «большой транспортный самолет». Аналог ОК (б/н СССР-3501002) с 4 ТРД (2 Ал-31Ф и 2 Ал-31) для отработки автоматического взлета и посадки. Проведены 24 полета

	«объект 11Ф35», «изделие №101»	«Буран» («Рас-свет»)	1988	1	РН «Энергия»	ОК МТКС «Энергия-Буран», построены 3 МТКС (з-д №82, план — 5). 2-й (пилотируемый) полет в 1991 г. ОК «Буран» №2 («Байкал», «изд. 102») не был осуществлен. Работы прекращены в 1992 г.
	14А10	«Буран-Т»			РН «Энергия»	Транспортный вариант, проект
НПО «Энергия»		ОК-М			РН «Зенит»	Проект пилотируемого многоразового орбитального корабля. Экипаж — 2 пилота и 4 исследователя
КБ «Южное»		«Призыв»	-	-	РН на базе УР-100-НУТТХ	Проект космической спасательной системы на базе МБР УР-100НУТТХ со спасательным летательным аппаратом (СЛА)
НПО «Молния»		МАКС-ОС			Ан-225 «Мрия»	Многоцелевая авиационно-космическая система (МАКС) с многоразовым двухместным орбитальным самолетом с внешним топливным баком. Проект, 1988 г. ЖРД РД-701
		МАКС-Т			Ан-225	Вариант с одноразовым беспилотным транспортным орбитальным самолетом
		МАКС-М			Ан-225	Вариант с полностью многоразовым беспилотным орбитальным самолетом со встроенными топливными баками
СКБ «Нева» (С-Пб)		«Аякс»	-	-		Проект одноступенчатого ВКС со взлетным весом 364 т, 1991 г. ПН — 3 т
МКБ «Радуга»		«Бурлак»	1998 (план)	-	Ту-160СК	Легкая РН — аналог американской «Pegasus»
		«Бурлак-М»		-	Ту-160СК	1-я ступень — ГПВРД, ПН — 1,5 т
		«Бурлак-Диана» (Burlak-Diana)		-	Ту-160СК	1-я и 2-я ступени — ЖРД
РСК «МиГ»		МиГ-2000	-	-		Проект одноступенчатого ВКС со взлетным весом 300 т, ПН — до 9 т
РСК «МиГ»		МиГ-АКС	-	-		Проект двухступенчатого ВКС, 1999 г.
АНТК им. Туполева		Ту-2000	2004 (план)	-	-	Проект экспериментального ВКС горизонтального взлета и посадки
		МТВК-У «Россия»		-	-	Проект ВКС горизонтального взлета и посадки
		Ан-124-РС-22		-	Ан-124-100	Авиационный ракетно-космический комплекс, с РН на базе МБР РС-22
ОАО «Корпорация «Компомаш», авиакомпания «Полет»		«Полет» («Воздушный старт»)	2010 (план)		Ан-124-100ВС	Авиационный ракетно-космический комплекс. Начало разработки — 1999 г. С 2-ступенчатой РН (1-я ст. — ЖРД НК-43М, 2-я ст. — блок «И» РН «Союз-2»: ПН — 2-2,5 т)
ГКБ «Южное»		«Связь»			Ан-225-100	Авиационный космический ракетный комплекс, с РН массой 250 т на базе РН «Зенит» (ПН — 6,6 т)
ЭМЗ им. В.М. Мясищева	М-91				ЗМ-Т, Ан-124, Ан-225 или М-55	Проект, 2007 г. Для космического туризма

**Многоразовый ракетно-космический комплекс «Энергия-Буран» является составной частью многоразовой транспортной космической системы (МТКС) 1К11К25. Объединенная двигательная установка «Бурана» включает два ЖРД орбитального маневрирования 17Д12 тягой по 90 кН (до 15 включений за полет), 38 управляющих ЖРД 17Д15 тягой по 4 кН (до 2000 включений за полет) и 8 двигателей точной ориентации РДМТ-200К тягой по 200 кН (до 5000 включений за полет)*

тывать необходимый для проектирования комплекс вопросов. Обязательным условием в этом случае является возможность повторных полетов, что может быть обеспечено соответствующими спасательными системами, например, парашютной системой. Возможно также, что окажется доступным иметь на борту летающей лаборатории пилота-экспериментатора, что могло бы серьезно облегчить весь процесс отработки и исследований в этой области, не говоря уже о большом прикладном значении создания самолетов подобного типа.

Можно назвать некоторые вопросы, подлежащие исследованию летающей лаборатории.

1. Проверка и отработка старта, разгона и набора высоты с использованием на этих участках траектории двигательной установки и управления одной из существующих ракет Р-1 или Р-2.
2. Проверка аэродинамической компоновки двухступенчатой составной ракеты (I ступень с ЖРД, II — с СПВРД). Определение

аэродинамических характеристик II ступени в полете с работающим и неработающим СПВРД.

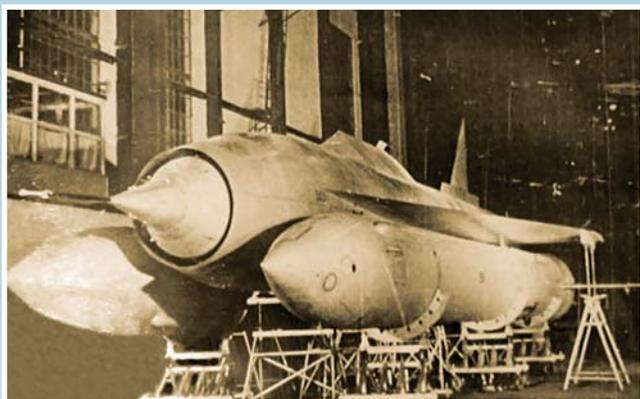
3. Проверка запуска и работы СПВРД в полете по заданной траектории. Определение характеристик СПВРД в полете.

4. Проверка и отработка вопросов, связанных с управляемостью и устойчивостью ракеты на участках разгона, набора высоты и на так называемом участке маршевого полета при движении с СПВРД.

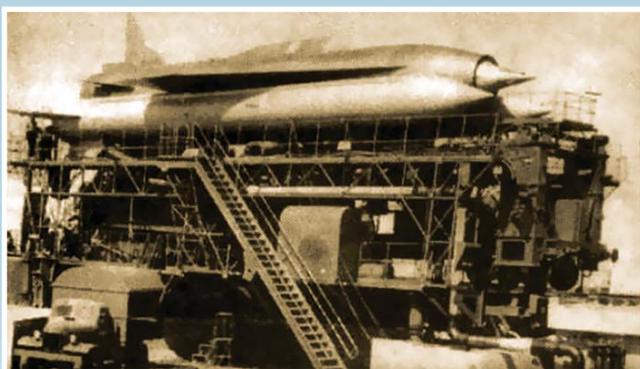
5. Проверка и отработка вопросов, связанных с точностью наведения на цель.

В ОКБ-1 НИИ-88 работы по таким летательным аппаратам велись в рамках научно-исследовательской темы Н-3. В настоящее время по этой теме выполнен ряд исследований, разработаны и согласованы тематические планы и технические задания смежным организациям и научно-исследовательским отделам НИИ-88.

Параллельно с этим в ОКБ-1 проводились и проводятся исследования по выявлению возможностей летательных аппа-



Межконтинентальная крылатая ракета «Буря» (изделие «350»)



Межконтинентальная крылатая ракета «Буря» на стартовой установке

ратов подобных схем, исследования по аэродинамике и конструктивной компоновке, исследования по динамике полета и предварительный весовой анализ.

В настоящее время необходима более оперативная работа по этой теме всех исполнителей, и в первую очередь НИИ-88.

Существенными мероприятиями здесь могут быть:

1) скорейшая организация в НИИ-88 серьезной экспериментальной базы для этих работ (создание соответствующего отдела по СПВРД, постройка труб);

2) усиление ОКБ-1 НИИ-88 значительной группой квалифицированных работников для разработки в первую очередь экспериментальной машины с дальностью полета 2500-3000 км, чтобы начать строить ее еще в текущем году.

Одной из наиболее сложных проблем, возникающих при создании ракет по рассматриваемой схеме, является проблема навигации. Эту проблему нужно решать незамедлительно, с тем чтобы уже на экспериментальных машинах иметь возможность нужной проверки, а в случае необходимости и доработки выбранной системы.

Проведенные предварительные исследования показывают техническую реальность и возможность создания управляемых ракет с дальностью полета 6-8 тыс. км при весе полезной нагрузки 2 т. По всей вероятности, дальнейшие исследования и работы в этой области позволят увеличить как дальность полета, так и вес полезной нагрузки.

Но одновременно проводимые в настоящее время работы показывают, что успешное решение этой большой и важнейшей задачи, а также сроки работ зависят, несомненно, как от правильности выбранного направления, так и особенно от организации работ.

При создании такой экспериментальной ракеты необходимо возможно полнее моделировать предполагаемую схему боевой ракеты. Поэтому перед разработкой экспериментальной ракеты необходимо, хотя бы в первом приближении, выбрать схему и определить основные параметры боевой ракеты.

Это даст возможность более целеустремленно решать вопросы, требующие экспериментальной проверки, и в известной мере сократить стоимость и срок создания боевой ракеты.

В частности, существенным мероприятием будет усиление ОКБ-1 значительной группой квалифицированных работников, чтобы начать строить экспериментальную машину уже в текущем году».

АРКК, д. 85, л. 30-38. Документ подписан С. П. Королевым 15 февраля 1951 г.

Нужно напомнить, что ракетный вариант Р-2 создавался на дальность 600 км, Р-3А — максимально до 1200 км, и даже ракета Р-5 проектировалась на 1200 км. О разработке, например, Р-2 и Р-5 можно судить по письму Л. П. Берии:

ПИСЬМО Л. П. БЕРИИ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ РАКЕТЫ Р-2 (1952 г.)

«По Вашему указанию докладываю о возможности пусков ракеты Р-2 без отделения боевой головной части в связи с письмом Военного министра Союза ССР т. Василевского А. М. по этому вопросу.

Ракета Р-2 с дальностью полета 550-600 км при весе взрывчатого вещества 1000 кг с самого начала была запроектирована по схеме с отделяющейся боевой частью.

Такая схема ракеты дальнего действия вытекает из рассмотрения нагрузок (аэродинамических и инерционных) и температурных условий работы конструкции ракеты в полете.»

Вот несколько цифр, характеризующих нагрузки, действующие на Р-1, Р-2 и Р-5 в полете.

Активный участок траектории (с момента старта до выключения двигателя):

Нагрузка	Р-1, дальность 270 км	Р-2, дальность 550-600 км	Р-5, дальность 1200 км
Максимальный скоростной напор, кг/м ²	8500	7000	5600
Максимальная температура на головной части (0,2 м от носка), °С	120	190	350
Максимальный коэффициент осевой нагрузки	6,1	7,75	10

При входе в плотные слои атмосферы (при подходе к цели):

Нагрузка	Р-1	Р-2	Р-5
Максимальный скоростной напор, кг/м ²	51 700	82 000	350 000
Максимальная температура на головной части (0,2 м от носка), °С	300	700	1500
Максимальный коэффициент осевой нагрузки	6,3	13	16,5

Сравним параметры Р-2 и Р-5 с проведенной ОКБ-1 оценкой при использовании кислорода воздуха в СПВРД и свойств атмосферы: дальность увеличивается до 2,5-8 тысяч км!

Но, несмотря на все уважение к авторитетам в ракетостроении: здравый смысл был побежден предчувствием громадных ракетных перспектив времен XX в.

Прерванный полет ракетоплана «Буря»

Известны сравнительные особенности ракетного и воздушно-реактивного двигателей. Первая из них: возможность снижения массы летательного аппарата за счет использования кислорода воздуха (в существующих ракетных двигателях большую часть массы топлива составляет окислитель). Вторая — существенная разница в удельном импульсе. Для ЖРД максимальный практически достижимый удельный импульс составляет 400 с, а для СПВРД эта цифра может быть и 4000 с. Реально современные массово используемые ЖРД имеют импульс порядка 270 с. Поэтому сочетание ракетного и воздушно-реактивного двигателей в летательном аппарате целесообразно использовать для различных режимов полета. Возможно, что так думали и создатели ракетоплана «Буря».

Постановлением СМ СССР от 20.05.1954 г. №957-409 задавалась разработка двух типов межконтинентальных самолетов-снарядов для поражения целей на территории США. Поисковая работа конструкторских коллективов получила наименование «КРМД» — крылатая ракета межконтинентальной дальности. Результаты темы «КРМД» были использованы при разработке комплексов с межконтинентальной крылатой ракетой «Буря» (изделие «350», В-350, Ла-350) в ОКБ-301, главный конструктор С.А. Лавочкин, и с МКР «Буран» (изделие «40») — в ОКБ-23, главный конструктор В.Я. Мясищев (в конце 1957 г. работы по «Бурану» были прекращены — не удалось совершить ни одного полета).

Научным руководителем проектов «Бури» и «Бурана» был назначен директор НИИ-1, академик, будущий президент Академии наук СССР М.В. Келдыш.

Главным конструктором крылатой ракеты «Буря» у Лавочкина назначили Наума Семеновича Чернякова (после закрытия темы ушел из ОКБ-301 и был главным конструктором самолета Т-4 ОКБ П.О. Сухого).

СПВРД РД-012У тягой 7,75 т для «Бури» сконструировали в ОКБ-670 М.М. Бондарюка, астронавигационная система «Земля» в ОКБ-165 под руководством Р.Г. Чачикяна, инерциальная навигационная система ракеты разработана под руководством Г. Толстоусова. Приборный комплекс «Волхов» разрабатывался в НИИ-49.

Для первой ступени ракеты «Буря» в ОКБ-2 главного конструктора А.М. Исаева с 1954 г. разработан четырехкамерный ракетный двигатель С2.1100 с турбонасосной системой подачи топлива.

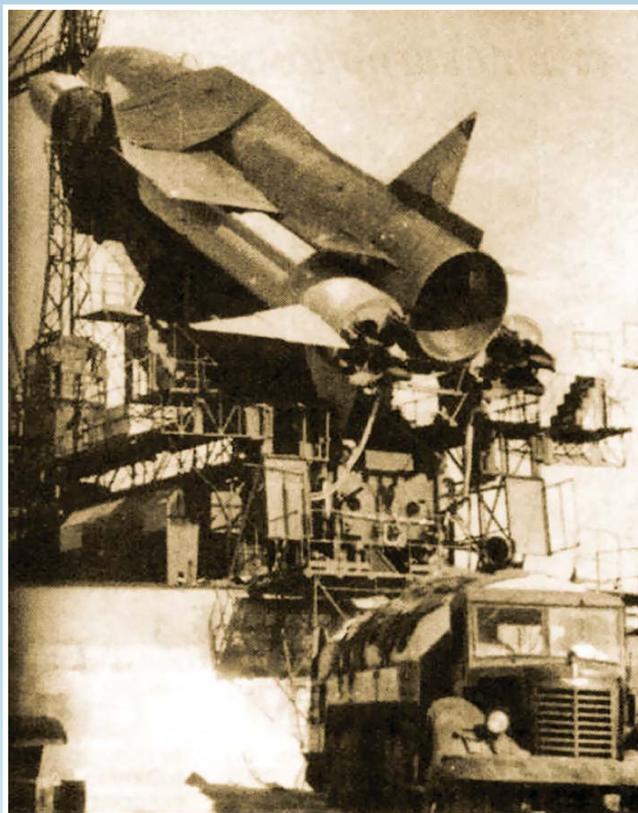
Впервые в СССР для этого ракетоплана применили титан, который оказался незаменимым материалом для длительного полета на сверхзвуковом режиме, были разработаны технологии обработки и сварки титана.

На крестообразном хвостовом оперении «Бури» размещались аэродинамические рули. Система управления находилась в охлаждаемом отсеке в передней верхней части фюзеляжа. Датчики астронавигационной системы закрывались жаропрочными пластинами из кварцевого стекла.

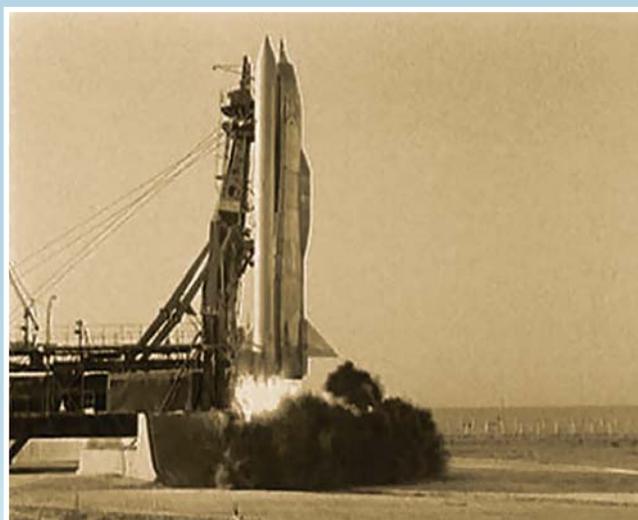
В те годы все разработки по ракетной технике проходили через королевский Совет Главных конструкторов. В августе 1954 г. проект «Бури» был рассмотрен, С.П. Королев одобрил двухступенчатую схему ракетоплана — это соответствовало его представлениям и ранее проведенным в ОКБ-1 (1951 г.) исследованиям.

Аэродинамические продувки макетов ракетоплана проводились на экспериментальных стендах в ЦАГИ. Летные бросковые испытания выполнялись на масштабных моделях длиной около двух метров, которые сбрасывали с самолета (руководитель испытаний Е.Д. Ямпольский).

Конструкторская документация на ракетоплан «Буря» была выпущена в 1957 г., и вскоре было начато производство опытного экземпляра. Параллельно с этим на заводах в Куйбышеве была запущена серия ракет для проведения летных испытаний. Летно-конструкторские испытания ракеты «Буря» начались



Межконтинентальная крылатая ракета «Буря». Подготовка к старту



Ракета «Буря» в момент старта

31 июля 1957 г. на ГЦП-4 (Капустин Яр). Заместителем С.А. Лавочкина по испытаниям был Леонид Закс.

Первый пуск с наземной наводимой по азимуту стартовой установки (восьмиосная железнодорожная платформа, установленная на поворотной конструкции) состоялся 1 сентября 1957 г. Ракетоплан взорвался. Затем взорвалось второе, третье и четвертое летные изделия. Пятый пуск «Бури» 22 мая 1958 г. оказался успешным: прошло разделение ступеней и был запущен маршевый СПВРД. Затем снова последовало три неудачных пуска. В десятом и одиннадцатом пусках были получены рекордные результаты: «Буря» улетела на 1350 км при скорости 3300 км/ч и на 1760 км при скорости 3500 км/ч соответственно. В СССР в атмосфере на скоростях M=3 так далеко еще не летал



Стратегическая крылатая ракета «поверхность-поверхность» Ла-350 «Буря» (Изделие «350»).
Иллюстрация buran.ru

ни один аппарат. Наконец 2 декабря 1959 г. «Буря», оснащенная системой астронавигации, пролетела 4000 км. Это был абсолютный рекорд для того времени.

Следующие пуски (с пятнадцатого по восемнадцатый) проводились по длинной трассе: полигон Владимировка севернее Каспийского моря (Капустин Яр) — полуостров Камчатка. Последний пуск, при котором «Буря» пролетела 6500 км, состоялся

16 декабря 1960 г. СПВРД работал нормально, но расход топлива значительно превосходил расчетный. Реально полученное круговое вероятностное отклонение составило 4-7 км. Проектная дальность в 8000 км достигнута не была, но результаты этих пусков позволили сделать вывод о возможности увеличения дальности ракеты. Началась подготовка к серийному производству.

Маршевая скорость «Бури» на высоте 16-25,5 км соответствовала $M=2,8-3,3$. Двигатель непрерывно работал в течение 6 ч, его тяга доводилась до 12 900 кгс. На конечном этапе полета ракета по командам системы наведения и автопилота с высоты около 25 км пикировала на цель.

Полеты ракетоплана «Бури» (на Совете Главных конструкторов у С.П. Королева это изделие упрямо называли ракетой, хотя на самом деле это был ракетоплан, модификация которого неизбежно в будущем стала бы воздушно-космическим самолетом) завершились неожиданно для его создателей по постановлению правительства №138-48 от 5 февраля 1960 г. Предпочтительные отдалены королевским ракетам, созданным по опробованной в Германии схеме ракеты «Агрегат-4» (Фау-2) — была поставлена на вооружение межконтинентальная баллистическая ракета Р-7.

9 июня 1960 г. С.А. Лавочкин скоропостижно скончался от сердечного приступа на полигоне в Приозерске (возле г. Сарышаган в Казахстане), где проходили испытания ЗУР «400» разработки ОКБ-301.

После выступления Н.С. Хрущева в декабре 1960 г. на Сессии Верховного Совета о нецелесообразности развития авиации, вышло Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР, которое прекращало все работы по новым перспективным самолетам.

(продолжение следует)

Геометрические и массовые характеристики «Бури»			
		Ускорители	Маршевая ступень
Длина ракеты, м		19,88	
Длина ступени, м		18,9	18
Диаметр корпуса, м		1,45 (1,6)	2,20
Расстояние между блоками, м		5,2	
Высота ракеты, м			6,642
Размах крыла, м			7,746
Площадь крыла, м ²			60
Взлетная масса, кг		97215 (130000)	
Масса ступени, кг		2x 27000	40860 (33000)
Вес пустого, кг		2x 4000	13000
Масса боеголовки, кг			2190 (2350)
Силовая установка			
Число двигателей		2 x 4	1
Двигатель		ЖРД С2.1150 (С2.1100)	ПВРД РД-012У
Тяга двигателя, кгс		2x 68400 (68610)	1x 7650
Компоненты топлива	окислитель	азотная кислота	
	горючее	амины	керосин
Летные данные			
Скорость полета, (M=)	максимальная		3,3
	маршевая		3,1-3,2
Высота полета, км		18-24,5	
Дальность полета, км	достигнутая	6500	
	расчетная	8500	
Точность стрельбы (КВО), км		10	



Александр Левенко, главный конструктор проекта ВКС «Сура»,
член Союза журналистов Украины



Часть 2

ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКИЙ САМОЛЕТ

МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СОЗДАНИЯ ВКС. ДЛЯ ЧЕГО НУЖЕН ВКС?

И в наше время конкуренция между «авиационным» и «ракетным» направлениями создания ВКС продолжается. Наиболее примечателен пример Российской Федерации, где был даже объявлен государственный конкурс проектов ВКС. Наиболее продвинутой в мире проект МАКС (НПО «Молния») не смог преодолеть мощь НПО «Энергия», которое кроме спускаемого аппарата «Клипер» ничего предложить не могло. В результате конкурс вообще отменили. Хотя есть и другие примеры.

Достоверно известно только то, что возвращаемый с орбиты летательный аппарат в России создается, что Россия совместно с Францией возобновила разработку возвращаемого орбитального аппарата. Что в Южной Корее давно ведутся разработки ВКС на негосударственном уровне, а в последнее время начались консультации по этой теме уже на уровне государства с США и ЕКА. Что ВКС создается в Германии.

В центре CIRA (г. Капуя, Италия) проводится очередной этап летных (!) испытаний так называемой летающей лаборатории USV-FTB_1.

Китайская Народная Республика идет своим путем — информация о разработке ВКС противоречива. Космическая программа Турции предусматривает создание собственного «шаттла» после 2014 г. В Индии эта тема актуальна и разрабатываются проекты. Индонезия практически сотрудничает с Российской Федерацией по проекту «Воздушный старт», от которого не так уж далеко и до создания ВКС.

Наиболее значительные успехи в направлении разработки ВКС взамен морально устаревшего ОК «Space Shuttle» уже десятилетиями ведутся в США. Выполняется множество проектов, проводятся испытания и испытательные полеты, за которыми, несмотря на завесу секретности, просматривается конечная цель — создание воздушно-космических самолетов, способных стартовать с поверхности Земли, маневрировать в космосе, возвращаться в атмосферу и летать в плотных слоях атмосферы с космическими скоростями при обеспечении отрицательной подъемной силы. Разрабатываются многорежимные многофазового запуска и многофазового использования универсальные ЖРД. В марте 2004 г. аппарат X-43A с воздушно-реактивным двигателем SCRAMjet уже достиг скорости полета 8025 км/час ($M =$

7) — и хотя скептики в Украине говорят, что время работы такого двигателя пока около 10 с, следует подумать, что при гиперзвуковых скоростях этого времени может оказаться ДОСТАТОЧНО для полета. Совершенствуются аэродинамические характеристики конструкций и их теплозащита.

При этом к разработкам будущих конструкций привлекается частный капитал. В США уже функционируют частные космодромы и космические аппараты запускаются частными ракетами. При поддержке государства ширится движение по развитию космического туризма — и это тоже основа будущих ВКС.

Как теперь говорят в США: полет в космос — это дело техники, проблем нет.

NASA представило в 2002 г. целую серию летательных аппаратов «Hypersonic-X» по трем основным принципиальным техническим направлениям: серии космопланов X-43A, X-43B и X-43C. Задача — летать на высоте выше 30 км со скоростью выше $M=5-7$. Для этого создана организация Hypersonics Investment Area (HIA), объединяющая несколько частных компаний и научных учреждений, специализирующихся на проблемах аэродинамики, двигателестроения, а также на создании новых сверхпрочных материалов и высокоэнергетических видов топлива. Намечено выполнять программу в течение 20 лет.

Серия X-43A. Космопланы этой серии укомплектовываются либо прямоточными воздушно-реактивными двигателями со сверхзвуковым горением (ГПВРД), забирающими кислород



Многоцелевая авиационно-космическая система (МАКС), разработанная НПО «Молния». Иллюстрация buran.ru

прямо из атмосферы, либо комбинированной двигательной установкой, состоящей из ГПВРД и турбореактивных двигателей. ГПВРД должны разогнать Х-43А до скорости в 10-15 больше скорости звука ($M=10-15$). После входа в безвоздушное пространство аппарат полетит как обычная ракета с химическим двигателем.

Серия Х-43С. Космопланы планировалось оснащать ГПВРД с комбинированным циклом, который сможет разогнать самолет до скорости порядка $M = 5$. Полеты намечались после 2008 г. В рамках реорганизации НАСА отменило в 2004 г. программу Х-43С и начало совместную с ВВС и направленную на обеспечение полета аппарата длиной 5,3 м при использовании трех двигателей SCRAMjet HyTech, спроектированных ВВС США (отделения авиационно-космических силовых установок научно-исследовательской лаборатории ВВС AFRL на авиационной базе ВВС Райт-Паттерсон, штат Огайо).

Серия Х-43В. Результаты, которые будут получены в ходе испытаний Х-43А и Х-43С, планируется использовать при создании Х-43В — самого большого гиперзвукового самолета в этой серии. Технологические разработки инженеров НАСА и других коммерческих и государственных организаций будут использованы военным ведомством США, где занимаются созданием гиперзвуковых стратегических бомбардировщиков и крылатых ракет, способных поразить врага через несколько десятков минут после объявления войны.

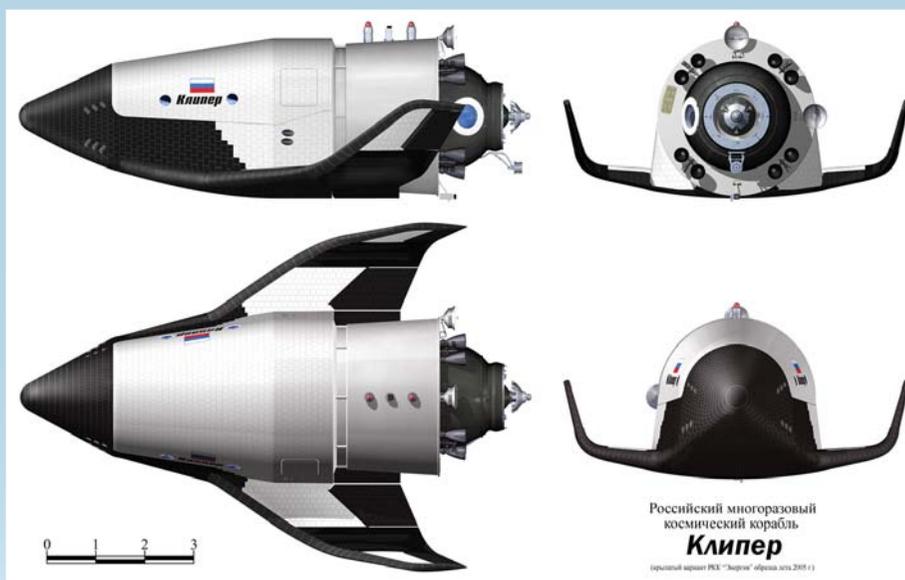
Работы в этом направлении интенсивно продолжаются. В 2007 г. США провели первые наземные испытания гиперзвукового летательного аппарата Х-51А, разработанного в рамках программы исследования гиперзвуковых скоростей, осуществляемой исследовательской лабораторией ВВС совместно с DARPA, НАСА, Boeing и Pratt&Whitney. В ходе испытаний на полигоне был проведен запуск двигателей. Летные испытания Х-51А проходят с 2009 г. Скорость полета Х-51А $M=4,5-6,5$ (7000 км/час). В дальнейшем результаты испытаний могут быть использованы при проектировании техники военного назначения — ВКС, а также крылатых ракет, способных поражать точечные цели с максимальной скоростью.

Однако, не следует думать, что ВКС — оружие возмездия. Как и любая техника, он может быть для этого использован: решения принимают политики. ВКС является, прежде всего, инструментом, способным работать в атмосфере и на орбите в режиме, близком к режиму эксплуатации реактивного самолета. То есть, он способен выполнять транспортные операции, проводить исследования, формировать и обслуживать орбитальные группировки спутников, осуществлять полеты к планетам солнечной системы и возвращаться на Землю.

УКРАИНСКИЙ ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС — ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА

Украинский воздушно-космический комплекс (ВКК) с условным названием «Черное море», может состоять из:

- спутниковых группировок ДЗЗ, навигации и низкоорбитальной связи;
- двухступенчатого воздушно-космического самолета «Сура» многоразового использования с орбитальным самолете-



Многоцелевой пилотируемый многоразовый космический корабль «Клиппер», проектировавшийся в РКК «Энергия»

том (ОС), являющимся второй ступенью ВКС, предназначенным для вывода в космос космических аппаратов (КА — спутников), выполнения автономных задач на орбите, а также для доставки на орбиту спутников, формирования и обслуживания орбитальных группировок, возврата многоразовых спутников на Землю;

- системы стартового комплекса при использовании ракеты-носителя для автономного вывода на орбиту ОС либо мобильного стартового комплекса для обеспечения запуска ВКС;
- центра управления полетом (ЦУП);
- станций наблюдения ЦУП;
- системы приземления;
- системы транспортирования и дезактивации топлива (при необходимости);
- системы технико-технологического предстартового обслуживания и подготовки для повторного использования ВКС.

Историческим аналогом ВКК «Черное море» можно рассматривать комплекс «Энергия-Буран». Отличие заключается в том, что может применяться полноценный украинский многоразовый ВКС. ВКС является летательным аппаратом многократного использования с комбинацией опыта автоматического старта баллистических ракет и аэродинамических возможностей самолета.

Такой комплекс может создаваться в условиях международного сотрудничества с целью обеспечения принципа коллективной безопасности.

Его особенность и в том, что ВКК по сути является миротворцем. Космическое пространство уже стало зоной интересов отдельных государств и давно милитаризовано. Приоритет одних государств в этом случае неизбежно приводит к выполнению полицейских функций в отношении других.

Такой ситуации можно избежать только в том случае, когда околоземная орбита превратится в зону массового применения не боевых, а коммерческих спутников и космических аппаратов. Когда интересы экономические начнут превалировать над военными, количество мирных аппаратов превысит критический уровень и не позволит осуществлять диктат ни в отношении отдельных государств, ни даже отдельных граждан.

Одна из основных задач ВКК — информационное обеспечение развития общества, государства.

Обеспечивается условие безотходного освоения космоса — возвращаются выведенные спутники и их носитель. Что и



Первый вариант беспилотного экспериментального гиперзвукового аппарата X-43A. Установлен рекорд скорости в 12144 км/ч (Мах 9,8)

обеспечивает ВКК на основе воздушно-космического самолета — типа ВКС «Сура».

Задачи ВКК определяются существующими в мире тенденциями и в части информационного обеспечения составляют:

— обеспечение данными дистанционного зондирования Земли с заданной периодичностью обновления информации, вплоть до получения информации в режиме реального времени;

— обеспечение навигации и космическое позиционирование объектов;

— обеспечение низкоорбитальной неголосовой связью.

Для связи используются стационарные долговременно существующие спутники связи на орбите около 36 000 км.

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ — ДЗЗ

В настоящее время разработаны и эксплуатируются десятки орбитальных группировок ДЗЗ различного назначения.

Общее представление о состоянии пусков спутников ДЗЗ по открытым данным может дать следующая информация.

2008 г. стал рекордным по числу запущенных в мире спутников съемки Земли за последнее десятилетие: восемь стран запустили 21 спутник с аппаратурой съемки Земли, в том числе два метеорологические. Для сравнения: в 2000-2006 гг. на орбиту ежегодно выводилось по 10-16 спутников аналогичного типа, а в 2007 г. — 19 аппаратов.

В настоящий обзор включены только спутники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), позволяющие получать изображения поверхности Земли из космоса с пространственным разрешением от низкого (1-5 км) до сверхвысокого (лучше 1 м). Не учтены спутники ДЗЗ, предназначенные для исследования атмосферы и океанов, автоматические зонды с камерами съемки поверхности Луны и микроспутники для орбитальной инспекции.

По числу новых спутников съемки Земли безусловными лидерами стали Германия и Китай. Список стран-обладателей запущенных в 2008 г. спутников в порядке убывания их числа выглядит следующим образом:

- Германия (7 спутников);
- Китай (6, в том числе 2 метеоспутника);
- Индия и Россия (по 2);
- Израиль, США, Италия и Таиланд (все по 1 спутнику).

Как и в 2007 г., Китай и страны Европы активнее других стран развивали национальные системы ДЗЗ. Впервые собственным спутником ДЗЗ THEOS обзавелся Таиланд (догнав таким образом Россию по числу действующих гражданских аппаратов съемки Земли).

По предназначению запущенные аппараты разделились следующим образом:

— гражданские, коммерческие и двойного назначения — 14 (Германия — 5, Китай — 4, Индия — 2, Италия, США, Таиланд — по 1);

— видовой космическая разведка — 7 КА (Россия, Китай, Германия — по 2, Израиль — 1).

На протяжении трех последних лет наблюдается увеличение числа запусков спутников с бортовыми радиолокаторами. В 2008 г. не менее 4 новых аппаратов (все военные и двойного



Гиперзвуковой самолет X-43B

назначения) оснащены радиолокаторами с синтезированием апертуры, что позволяет при любой погоде и освещенности получать изображения с пространственным разрешением менее 1 метра, сравнимые по качеству с высокодетальными оптическими снимками. В 2008 г. на орбиту выведены также 2 метеорологических спутника, все принадлежат метеослужбе Китая.

2008 г. — год строительства орбитальных систем ДЗЗ.

Для космического зондирования Земли 2008 г. стал годом интенсивного строительства орбитальных систем спутников ДЗЗ. Лидирующие позиции у Германии и Китая.

Бундесвер после запуска очередных двух спутников SAR Lure-4, -5 ввел в оперативную эксплуатацию 5-спутниковую систему видовой всепогодной разведки (все спутники запущены российскими ракетами), а германская компания RapidEye AG в результате одного кластерного запуска развернула на орбите коммерческую систему из 5 миниспутников для агробизнеса и других целей.

Система RapidEye обеспечивает возможность съемки любого района на Земле в течение суток, повторной съемки того же района на следующие сутки и полного покрытия съемками территории Германии или, например, Украины в течение 5 суток. Суммарная расчетная производительность системы — 4,5 млн. кв. км в сутки.

Китай, запустив 2 спутника HJ-1A и HJ-1B (ХуаньЦзин — «Окружающая среда») с оптической аппаратурой, приступил к первому этапу создания космической системы «2+1» для мониторинга чрезвычайных ситуаций. В 2009 г. к системе присоединился радиолокационный спутник HJ-1C.

В полном составе система уже под индексом «4+4» будет состоять из 8 спутников с оптической и радиолокационной аппаратурой, что позволит снимать районы бедствий и катастроф как минимум 1-2 раза в сутки. Пекин продолжил также создание многоспутниковой системы видовой оптической и радиолокационной разведки на базе спутников серии Yaogan.

Италия запустила третий спутник COSMO-3 в будущей 4-х спутниковой системе оперативного мониторинга Земли COSMO-SkyMed, которая сможет обеспечивать съемку любого района Земли в течение 12 часов после получения заказа.

Новые многоспутниковые системы устраняют недостатки одиночных космических аппаратов, обеспечивая более высокую производительность съемки, глобальный контроль с минимальным временем реакции и с высокой частотой просмотра любого региона Земли.

По оценкам, например, НПО «Энергия», группировка спутников LPP должна состоять минимум из четырех КА.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОИНФОРМАТИКИ

Наибольшим спросом на рынке в 2008 г. пользовались данные высокого и сверхвысокого пространственного разрешения американских спутников QuickBird, Ikonos, WorldView-1, а также спутников ДЗЗ Франции, Индии, Израиля и Канады.

Основным двигателем рынка сверхвысокого разрешения является конкуренция компаний DigitalGlobe (спутники QuickBird, WorldView-1) и GeoEye (Ikonos, GeoEye-1).

Компании DigitalGlobe и GeoEye при финансовой государственной поддержке запустили спутники второго поколения WorldView-1 (2007 г.) и GeoEye-1 (2008 г.). Спутники отличаются резко возросшей производительностью, которая составляет 700-750 тыс. кв.км/сутки и в 3,5 раза превышает производительность ранее запущенных спутников Ikonos и QuickBird (200-210 тыс. кв. км/сутки).

В результате, по опубликованным данным, за 2008 г. один лишь спутник WorldView-1 отснял только по России около 20% территории страны с разрешением 50 см, в то время, как остальные зарубежные спутники метрового разрешения вместе взятые — около 5%.

Результаты работы спутника WorldView-1 за первый год эксплуатации оказались столь впечатляющими, что конгресс США в сентябре 2008 г. закрыл финансирование разработки аналогичной по возможностям альтернативной военной системы видовой разведки BASIC (Broad Area Space-Based Imagery Collection), которая ранее была одобрена Пентагоном. Гражданский аппарат справляется с этим не хуже, к тому же «позирющая» сторона зачистает еще и оплачивает издержки.

Компания GeoEye имеет шансы в наступившем году захватить лидерство на рынке, начав поставки цветных снимков полуметрового разрешения GeoEye-1 (WorldView-1 работает



Ракетоплан X-43A с разгонным блоком ракеты «Пегас» под крылом носителя B-52B

только в панхроматическом режиме) с очень точной геопривязкой (около 3 м СЕ90%).

Уже можно видеть изображения GeoEye-1 в открытом доступе в сервисе Google Maps/Earth. Ранее эксперты отмечали заметный хроматизм на первых представленных снимках; как бы то ни было, компания пока предоставляет только загубленные версии изображений, закрыв доступ к снимкам полуметрового разрешения.

Компания DigitalGlobe в 2009 г. нанесла конкуренту контрудар, выведя на орбиту еще один спутник нового поколения WorldView-2 с производительностью до 950 тыс. кв. км/сутки, который должен поставлять цветные изображения в 8 спектральных каналах.

До этого спутники ДЗЗ сверхвысокого разрешения — Ikonos, QuickBird, GeoEye-1 — вели съемку, как правило, лишь в панхроматическом и в четырех стандартных спектральных каналах: ближнем ИК, красном, зеленом и синем. Из этого ряда выделяется разве что российский «Ресурс-ДК» — синего канала на нем вообще нет.

Компания GeoEye, в свою очередь, объявила о начале проектирования спутника GeoEye-2 с небывалым для рынка космической информации пространственным разрешением 25 см (пока такие снимки получают только с помощью средств военной видовой разведки и аэросъемки).

Из новых спутников, запущенных в 2008 г., ощутимое влияние на рынок могут оказать также Cartosat-2 (Индия) и THEOS (Таиланд). Государственный оператор намерен вернуть часть инвестиций в программу за счет активной продажи снимков THEOS за рубеж (спутник снимает территорию Таиланда только на 1-2 витках из 14 ежесуточных).

Аналогичной политики придерживается Тайвань, предоставляя ресурсы своего спутника Formosat-2 зарубежным заказчикам.

Несмотря на появление на рынке изображений радиолокационных систем метрового разрешения от TerraSAR-X и RADARSAT-2, оперативные информационные сервисы и приложения на основе радиолокационной информации развиваются медленнее, чем ожидалось. В России, например, самыми оперативными программами радиолокационного мониторинга по-прежнему остаются спутники RADARSAT-1 и ENVISAT-1.



Модель ВКК «Черное море» и ВКС «Сура»

ПАРАДОКСЫ РЫНКА ПУСКОВЫХ УСЛУГ

Анализ запусков спутников ДЗЗ показывает, что почти половина (10 из 21) спутников запущены ракетами малого и среднего класса России и стран СНГ. Доходность таких пусковых услуг ракетами-носителями невелика по сравнению с прибыльными запусками спутников связи на геостационарную орбиту.

В итоге Россия предоставляет пусковые услуги, запуская зарубежные спутники ДЗЗ, а затем закупает готовые изображения этих спутников, хотя коммерчески выгоднее закупать ресурсы спутников по схеме «пусковые услуги в обмен на бортовой ресурс».

Схема «запуск в обмен на ресурсы» обладает одним безусловным преимуществом для современного рынка России — бортовой ресурс спутника в виде геопродуктов влияет самым непосредственным образом на развитие страны — его очень трудно использовать «нецелевым» образом.

Другим рычагом развития рынка данных ДЗЗ в России мог бы стать принцип бесплатного доступа к информации госбюджетных систем ДЗЗ. Опыт Китая и Бразилии показал, что бесплатное распространение данных программы CBERS своим потребителям оказывает положительный эффект на развитие национальной экономики и прикладных приложений (природопользование, картография, кадастр и др.).

В 2009 г. Геологическая служба США открывает бесплатный доступ к новым и архивным геоданным программы LANDSAT уже для всех потребителей в мире.

Россия имеет возможность организовать бесплатный доступ для российских клиентов к данным сканеров среднего и низкого разрешения бюджетного перспективного спутника Метеор-М №1.

Положительный эффект от такого решения сказался бы на самых различных отраслях экономики и деятельности, прежде всего в науке и образовании, сельском хозяйстве, океанологии, охране окружающей среды, геологоразведке и др.

Известно, что сложившаяся ситуация в России с изготовлением спутников, при наличии нескольких отечественных производителей спутников, привела к тому, что российские системы ДЗЗ

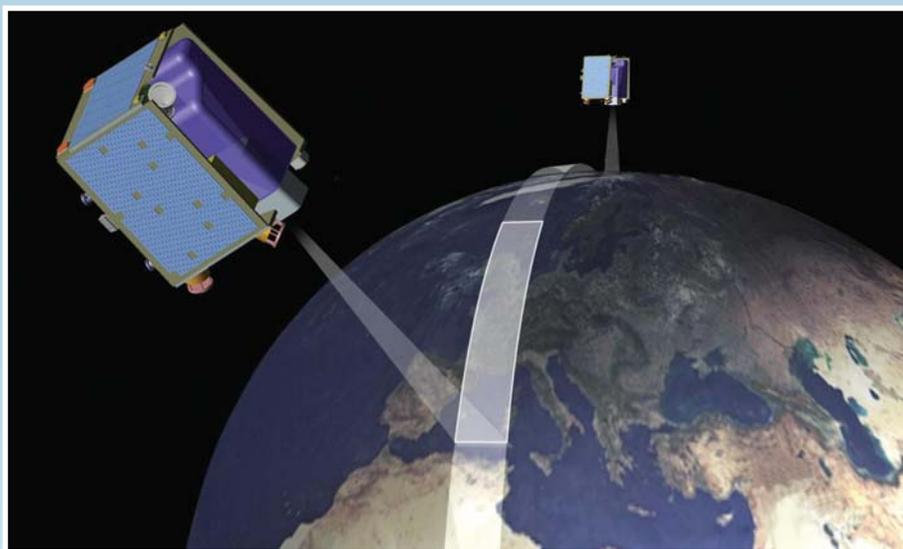
в ближайшем будущем будут ориентированы на закупку серийно изготавливаемых спутников ДЗЗ компании SSTL (Великобритания). Компания создана на основе университетской лаборатории и превратилась в мирового лидера производства малобюджетных миниспутников ДЗЗ достаточно высокого качества.

Положение в Украине с данными, которые мог бы предоставлять украинский воздушно-космический комплекс, — «нулевое». На орбите нет ни одного спутника, а для запуска своих спутников (современных спутников ДЗЗ нет даже в проекте) ракетами-носителями на 99% требуется международное сотрудничество.

Проблему может решить ВКС, оснащенный радиолокационной системой метрового диапазона, способный выводить малобюджетные микро- и наноспутники ДЗЗ на низкие орбиты и обслуживать орбитальные группировки.

СПУТНИКОВЫЕ ГРУППИРОВКИ

Ведущие страны мира в 2009 г. стремились преобразовать «количественное преимущество в качественное», создавая многоспутниковые орбитальные системы ДЗЗ, которые будут поставлять большие объемы геоданных быстрее и с высокой частотой обзора. Рассмотрим создание одной из таких группировок.



Коммерческие микроспутники для удаленного мультиспектрального зондирования RapidEye

Система RapidEye

Опыт организации орбитальной группировки из спутников RapideEye и компании AG RapideEye интересен и его следует изучить (общие сведения приведены в Интернете на сайте www.rapideye.de). Компания AG RapideEye расположена в г. Бранденбург на реке Хафель (Brandenburg an der Havel, German), Федеративная Республика Германия. Состоит из четырех основных подразделений (по данным 2008 г.):

- производственный отдел;
- отдел маркетинга и продаж;
- отдел наземного инженерного обеспечения;
- административный отдел.

Планируется полная численность специалистов 160 человек.

Компания поддерживается городской властью г. Бранденбурга и Правительством Германии.

В компании проводится автоматическая обработка сним-

ков, полученных от группировки спутников (около 4,5 млн кв. км в сутки). Обработка 1, 2, 3 уровней обеспечивается четырьмя операторами, один из них формирует задания по управлению спутниками в группировке.

Центр управления состоит из четырех ПЭВМ с автоматическим обеспечением работы спутниковой группировки — центр обслуживает один дежурный инженер. Программное обеспечение компании SSTL (Surrey Satellite Technology Limited).

В Бранденбурге установлена собственная антенна для обеспечения связи. Управление спутниками в S-диапазоне.

Выполняемая работа на первом этапе:

- радиометрическое выравнивание полученных данных между спутниками;
- получение «сырых» снимков;
- привязка метаданных (1-й уровень обработки) с атмосферной коррекцией (усредненный вариант по всему земному шару);
- дополнительная грубая привязка к местности (2-й уровень обработки);
- геопривязка по опорным пунктам + орторедификация (3-й уровень обработки).

Абсолютная точность привязки к местности 10-12 м.

Затем проводится тематическая обработка снимков для выполнения заказов потребителей коммерческих услуг.

Среди услуг: обеспечение сельского хозяйства — агросервис. В безоблачную погоду спутники могут проводить съемку поверхности в объеме, например, всей территории такой страны, как Германия, за 5 дней. Наличие на спутниках съемочной аппаратуры для снятия диапазона «красная кромка» позволяет оценивать состояние растительности.

Продукция компании в агросервисе:

- картографирование;
- распознавание типов растительности (по снимкам, сделанным в разное время);
- состояние растительности по оценке вегетационных индексов;
- прогноз урожая на основе моделирования роста растений (кукуруза, соя, фасоль, пшеница);
- оценка ущербов в сельском хозяйстве для страховых компаний;
- выполнение иных заказов.

Картографический фон разрабатывается для обеспечения обработки космических данных в информационных системах.

Распознаются 10 видов поверхностей для нужд сельского хозяйства.

Выявляется биофизическое состояние растительности:

- индекс площади лесов;
- содержание в растениях хлорофилла;
- стресс растительности по изменению площади листового покрова.

Определение содержания хлорофилла и азота в растительном покрове позволяет оценивать содержание крахмала или сахара в растениях, определять вероятность заболеваний и нападений насекомых-вредителей.

Распознаются 20 видов вегетационного индекса (в зависимости от влажности почвы).

Агросервис обеспечивается от отдельного поля до больших хозяйств без ограничений по площади.

Для определения состава растительности желательно проведение 7 съемок территории в разное время.

Точность определения на площадях более 50 км кв. составляет 0,5%. На меньших площадях — до 3%.

Компания проводит классификацию поверхностей по 12 классам.

Так, например, выполнена классификация городской застройки г. Берлина.

Компания способна выполнить любой заказ в сфере ДЗЗ при разрешающей способности на местности 5-6,5 м.

В табл. приведено сравнение стоимости снимков с различных спутников, в т.ч. RapidEye.

Стоимости снимков некоторых спутников дистанционного зондирования Земли

№ п/п	Спутник	Разреш. способность на местности, м	Режим съемки	Стоимость 1 км кв., \$
1	RapidEye (Германия)	6,5; 5	Color	0,9 евро
2	IRS-1C/1D (Индия)	5,8	PAN	0,3
3	IRS-1C/1D (Индия)	5,8	PAN + Liss-3 Color	0,38
4	IRS-P6 (Индия)	5,8	Liss-4, Mono	0,4
5	IRS-P6 (Индия)	5,8	Liss-4, Color	3,72
6	Spot-5 (Франция)	5	PAN	0,98
7	Spot-5 (Франция)	5	Color	1,95
8	Eros-A (Израиль)	2	PAN (архив/заказ)	5 / 8,2
9	Eros-B (Израиль)	0,7	PAN (архив/заказ)	10 / 14,3
10	Ikonos-2 (США)	4	Color (архив/заказ)	16 / 20
11	Ikonos-2 (США)	1	PAN (архив/заказ)	16 / 20
12	QuickBird-2 (США)	2,4	Color (архив/заказ)	18 / 22
13	QuickBird-2 (США)	0,6	PAN (архив/заказ)	18 / 22

Каждый спутник RapidEye, запущенный по полярной орбите, ежедневно совершает 15 оборотов вокруг Земли.

Ширина полосы обзора 77 км. Ежедневно по ограничению объема памяти может быть снято до 1500 кв. км площади.

Из отснятых ежедневно 4 млн кв. км планируется обрабатывать до 2,1 млн кв. км.

Размеры спутника, мм: 1170x780x938.

Солнечные панели расположены с 3-х сторон спутника.

Масса спутника 166 кг.

Срок службы 7 лет (по сроку эксплуатации солнечных батарей и запасу топлива для корректировки нахождения спутника на рабочей орбите).

Подобные спутники компанией SSTL изготовлены в количестве

тве около 20. Оптика компании Jena-Optronik GmbH, Germany. В оптике применены три астигматических зеркала для многократного отражения и сокращения размеров телескопа. Фокусное расстояние телескопа 633 мм, диаметр 147 мм.

Группировка создана и эксплуатируется при участии канадской компании MDA (MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd)

Запуск группировки из спутников осуществлен в 2008 г. РН «Днепр» (компания «Космотрас»).

В настоящее время опыт компании AG RapideEye — лучший пример для подражания.

Параметры КА RapideEye. Standart Image Product Specification

	Specification	
Spectral Bands	Blue	440-510 nm
	Green	520-590 nm
	Red	630-685 nm
	Red Edge	690-730 nm
	NIR	760-850 nm
Ground Sampling Distance (Nadir)	6,5 m	
Pixel Size (orthorectified)	5 m	
Swach Width	77 km	
Revisit Time	DAILY	
Equator crossing time	11:00 a.m. (approximately)	
Image Capture Capacity	4 Million km ² DAILY	

Вторая задача ВКК: Навигация и позиционирование на местности могут обеспечиваться при выполнении функций низкоорбитальной космической связи.

НИЗКООРБИТАЛЬНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Организация низкоорбитальной связи может быть рассмотрена на примере ORBCOMM — системы низкоорбитальной (LEO) космической спутниковой связи.

Основное назначение системы — передача коротких сообщений и телеметрических данных почти в реальном времени в любой точке земного шара с обеспечением надежной, недорогой эффективной двусторонней связи.

Система ORBCOMM разработана международной организацией Orbital Communicatios (США и Канада), ввод в эксплуатацию в 1998 г., головной офис в г. Дуллесе, штат Вирджиния, США.

В настоящее время компания ORBCOMM заключила соглашения более чем в 170 странах мира.

Среди пользователей услугами связи: транспорт, нефтегазовые компании, сельское хозяйство, энергетика и др.



WorldView-1 — коммерческий спутник, предназначенный для наблюдения Земли. Принадлежит компании Digital Globe

Ключевые рынки компании ORBCOMM:

- мониторинг основных средств (нефть и газ, электросети, измерители);
- отслеживание подвижных объектов (грузовой автотранспорт, железнодорожный транспорт, тяжелая техника);
- телеметрия и системы сообщений (автомобили, грузовой транспорт, самолеты, водный транспорт).

Компания владеет и эксплуатирует единственную в мире глобальную беспроводную сеть, обеспечивающую повсеместную узкополосную связь, соединяющую разбросанные производственные активы с Интернетом, увеличивая эффективность ключевых отраслей экономики по всему миру.

Структура системы ORBCOMM:

- терминалы (SC);
- космический сегмент (LEO Satellite);
- наземные спутниковые станции (GES/GCC);
- региональные центры управления (NCC);
- конечный пользователь (End User).

Космический сегмент базируется на 33 спутниках, размещенных на шести орбитальных плоскостях. Спутники Microsat работают в полностью автоматическом режиме. Масса спутника 43 кг, из них 15 кг приборы связи.

Полезная нагрузка спутника:

- приемопередатчик станции 57,600 bps;
- передатчик абонента 4,800/9,600 bps;
- приемник абонента 2,400 bps.

Солнечные батареи с максимальной мощностью 200 W.

Расположение спутников на орбите:

- от 6 до 8 спутников на высотах 825 км (четыре основные орбиты);
- один спутник с высотой орбиты 740 км (полярная орбита);
- семь спутников с высотой орбиты 975 км (лицензионная орбита).

Срок эксплуатации спутника — 4 года.



Космический аппарат GeoEye-1, который обеспечивает качественные снимки Google

ВИДЫ УСЛУГ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АРЕНДОВАННОЙ СВЯЗИ И ИНТЕРНЕТ

1. Служба сообщений, когда терминал и станция в зоне радиовидимости спутника (передача информации в почти реальном времени).

2. Услуги «GlobalGram». Передача данных вне радиовидимости спутника.

В странах СНГ приемный сегмент установлен в Казахстане (п. Баканас). Максимальная возможная задержка передачи сообщений на территории Казахстана (что связано с отсутствием зоны радиовидимости) составляет 12 минут. Минимальная — 1,5 мин.

Аналогом системы ORBCOMM можно, в какой-то мере, считать российскую группировку «Гонец-Д». Эксплуатируются 9 КА из 16 запланированных. Полное развертывание системы планируется ориентировочно в 2012 г. Высота орбиты 1500 км. Масса спутника — 275 кг.

ORBCOMM и «Гонец-Д» — это две похожие по своим функциональным особенностям системы.

Обе системы удалось совместить в Казахстане (казахстанские компании «Дельта плюс», «СЭЗ ПИТ», «Alatau IT City»).

На Украинско-Казахстанской конференции 28.12.2008 г. (Киев) с казахстанской стороны предложен украинско-казахстанский проект создания сегмента глобальной низкоорбитальной космической системы связи на основе интеграции ресурсов спутниковых систем «Гонец» и ORBCOMM в интересах силовых ведомств.

На основе существующих в эксплуатации космических систем украинский ВКК может создаваться поэтапно:

1. Принятие решения о необходимости создания украинского ВКК — 2009 г.

2. С 2010 г. — внедрение в практику работы использование снимков ДЗЗ системы RapidEye (разрешение на местности 5 м) с ежедневным или еженедельным обновлением — в зависимости от поставленных задач.

3. Принятие решения о строительстве и введении в эксплуатацию с 2010 г. в г.Киеве наземного комплекса приема данных спутниковых группировок «Гонец» и ORBCOMM в содружестве с казахстанскими партнерами.

2. Принятие решения о разработке украинских многофункциональных малобюджетных микро- и наноспутников со сроком разработки не более полутора лет.

Первые наноспутники могут быть аналогами КА Microsat для пополнения группировки ORBCOMM.

Необходимо принятие Программы создания малобюджетных многофункциональных наноспутников и наноспутников, в т.ч. многозачетных, с длительным сроком эксплуатации, для дистанционного зондирования орбитального пространства, для украинской орбитальной группировки в рамках воздушно-космического комплекса.

По предварительной проведенной оценке, создание украинского воздушно-космического комплекса может быть завершено в течение 10 лет. За 9 лет для этого могут быть созданы воздушно-космические самолеты и спутники многофункциональной орбитальной группировки — затраты составляют всего около 750 млн грн.

Еще 10 апреля 2009 г. на территории ГП «ПО ЮМЗ им. А.М. Макарова» и ГП «КБ «Южное» им. М.К. Янгеля» проведено выездное заседание Кабинета Министров Украины. Тогда Премьер-министр Украины Ю. В. Тимошенко после заседания сообщила, что правительство обеспечит государственную поддержку проекта Национального космического агентства Украины по созданию высокоорбитальной системы связи на сумму в два миллиарда гривен (спутник связи должен быть запущен на орбиту 1 сентября 2011 г.). Если финансирование не прекратиться, это будет первым шагом правительства Украины для обеспечения практического освоения орбитального пространства.

Возможно, что в будущем будет поддержано и создание полноценного украинского воздушно-космического комплекса.



Французский аппарат Spot-5 и его снимок международного аэропорта Триполи (Ливия)