

Воздушно-орбитальная система «СПИРАЛЬ»

ЛУКАШЕВИЧ В.П.
ТРУФАКИН В.А.
МИКОЯН С.А.

Анализ результатов первого этапа летных испытаний самолета-аналога «105.11» с двигателем РД-36-35К и неубирающимся колеснолыжным шасси показал удовлетворительные характеристики устойчивости и управляемости в обследованном диапазоне скоростей полета и подтвердил расчетные взлетно-посадочные и летные характеристики. Летные исследования на первом этапе проводились комплексно-испытательной бригадой в составе О.Т.Рязанова, А.Г.Фастовца, А.А.Белосвета, Ю.Е.Федулова, В.В.Тетянца, А.В.Иевлева, В.А.Труфакина, Ю.Т.Клепова, С.К.Потапова, Ю.Ф.Быкова, В.С.Карлина и А.Т.Сенченко. Максимальные зафиксированные нагрузки на элементы конструкции шасси на разбеге, посадке и послепосадочном пробеге не превысили 50% от расчетно-эксплуатационных.

Через год испытатели стали готовиться к следующему этапу – реальным самостоятельным полетам ЭПОСа. По плану самолет-аналог «105.11» должен был стартовать в воздухе из-под фюзеляжа самолета-носителя, в который был переоборудован тяжелый стратегический бомбардировщик Ту-95КМ. Выбор Ту-95КМ в качестве носителя был не случаен, так как серийный Ту-95К («ВК») являлся ракетоносцем, самолетом-носителем самолета-снаряда Х-20М, элементом стратегической авиационно-ракетной системы Ту-95К-20 (К-20). Эта модификация бомбардировщика (всего было построено 48 машин на заводе №18 МАП) отличалась от базовой модели Ту-95МА системой подвески самолета-снаряда в нише фюзеляжа (грузоотсеке) и установкой систем управления пуском и наведением самолета-снаряда. Первоначально комплекс предназначался для стратегических ударов по стационарным протяженным целям, но в дальнейшем подразделение, вооруженные этим комплексом, переориентировали для борьбы с авианосными ударными соединениями стран НАТО. В конце 1980-х годов оставшиеся в строю машины переоборудовали в учебные Ту-95КУ («ВКУ»). Впоследствии основная часть Ту-95К была оснащена системой дозаправки и новым радиотехническим и радионавигационным оборудованием, после чего получила обозначение Ту-95КМ.



Этот самолет идеально подходил под носитель ЭПОСа, т.к. имелась возможность использовать штатные узлы крепления (балочный держатель БД-205) сбрасываемой полетной нагрузки, находившейся на внешней подвеске. Так как размах крыла ЭПОСа превышал проем бомбоотсека, аналог после подъема балочного держателя в походное положение подвешивался под самолет-носитель в полуутопленном положении, втягиваясь почти до крыла, при этом кабина аналога до половины остекления уходила за обрешетку бомбоотсека, оставляя летчику небольшой обзор в передней полусфере. Так как воздухозаборник при такой полувнешней подвеске оказывался внутри бомбоотсека, для обеспечения запуска двигателя пришлось смонтировать дополнительную систему наддува воздухом. Перед отделением аналога балочный держатель выдвигался в воздушный поток из походного положения. Ту-95КМ, доработанный для сбросов «Спирали», в ожидании целевой работы несколько лет без дела находился на балансе ГНИКИ ВВС и использовался только для тренировки летчиков, так как для испытательных полетов (пуска ракет или бомбометаний) он был непригоден.

Техническое командование ВВС несколько раз пыталось его списать из-за нехватки технического состава, но ГНИКИ удалось его отстоять до начала сбросовых испытаний самолета-аналога «105.11».

К началу второго этапа испытаний аналог орбитального самолета был укомплектован убирающимися двумя передними стойками шасси с лыжно-тарельчатыми опорами и двумя задними стойками шасси с лыжами, имеющими профилированные направляющие на подошве. В остальной комплектации аналога «105.11» не отличалась от комплектации первого этапа испытаний.

Основными целями второго этапа испытаний аналога «105.11» с лыжными шасси являлись:

- определение, уточнение параметров движения на режимах снижения в плотных слоях атмосферы;
- определение летно-технических характеристик и характеристик устойчивости и управляемости в диапазоне дозвуковых скоростей полета;
- оценка посадочных характеристик и поведения на пробеге;
- оценка прочности и вибропрочности элементов конструкции самолета;
- оценка работоспособности силовой установки.



Самолет-носитель Ту-95КМ

Второй этап испытаний был начат с пробежек аппарата по грунтовой полосе на лыжном шасси в июле 1977 г. Заметим, что к этому моменту уже вышло правительственное постановление от 17 февраля 1976 г. о начале широкомасштабных работ по созданию МКС «Энергия-Буран», более того – уже был утвержден окончательный эскизный проект «Бурана», Г.Е.Лозино-Лозинский и большинство специалистов, работавших над «Спиралью», перешли из ОКБ Микояна во вновь созданное НПО «Молния», а «микояновский» филиал в Дубне уже был ликвидирован...

Первые попытки движения показали невозможность страгивания аналога с места по сухому грунту из-за недостаточности тяги двигателя для преодоления сил трения шасси. Испытатели нашли настолько оригинальный способ решения этой проблемы, что он выглядит как курьезный случай. По воспоминаниям полковника Владислава Чернобривцева, бывшего в пору испытания ЭПОСа ведущим инженером одного из отделов ГНИИ ВВС, дело было так:

«...Требовалось снять характеристики сил, воздействующих на шасси



Кабина на стенде МК-10

в лыжном варианте при движении аппарата по земле. Аналог ЭПОСа доставили на полигон в конце огромного испытательного аэродрома. Спецкраном поставили на оголенный грунт, выветренный горячими суховеями почти до прочности наждака. Под тяжестью конструкции лыжи в него вцепались крепко. Летчик-испытатель микояновской фирмы Авиард Фастовец занял место в кабине. Бешено загрохотал запущенный им двигатель, но аппарат – ни с места. Полили грунтовую полосу водой – не помогло. Летчик вынужден был выключить двигатель, специалисты недоумевали, что еще нужно предпринять. Никто не заметил, как подошел к нам начальник полигона Загребельный. Ивана Ивановича мы считали довольно далеким от чисто летного дела человеком, а тут он вдруг вылез с советом:

– Можно перед вашей «птичкой» наколотить арбузов – их у нас здесь богато. Вот тогда побежит наверняка. Все уставились на него, как на дикого фантазера, но по некоторому размышлению согласились: давай, мол, чем черт не шутит! Загребельный распорядился, и вскоре два грузовика с полосатыми шарами до края бортов медленно покатались вперед от носа аналога. Арбузы звучно шлепались на землю, обильно устилая ее скользкой мякотью на протяжении около 70 метров. Подняв аппарат краном, мы подложили сочные половинки кавунов и под все лыжи. Фастовец снова сел в кабину. Когда обороты двигателя вышли на максимал, аппарат наконец стронулся и, ко всеобщему удивлению, заскользил по полосе все быстрее и быстрее...».

После страгивания аналога на «арбузном поле» он начал разбег при работе двигателя на «максимале» и после достижения скорости 170 км/час дальнейший разбег до остановки выполнялся на режиме двигателя «малый газ». Эти испытания показали возможность безопасного выполнения послепосадочного

пробега при выполнении основных работ – можно было переходить к полетам и посадке на четырехстоечное лыжное шасси.

Реальным отцепкам аналога от самолета-носителя предшествовали совместные полеты аналога под носителем (без отцепок), при этом во время взлета самолета-носителя иногда в зависимости от полетного задания в кабине аналога находился летчик.

Посадка самолета-носителя Ту-95КМ с аналогом «105.11» выполнялась при походном положении изделия «105.11» на подвеске и только после перехода летчика из аналога на специально подготовленное место в кабине самолета-носителя.

В первом полете самолета-носителя с аналогом на борту находился только экипаж Ту-95КМ, в последующих трех полетах – еще и летчики Авиард Фастовец и Василий Урядов. Они находились в нише самолета-носителя.

В последующих полетах, когда летчики Фастовец, Урядов, Остапенко и Федотов находились в кабине анало-

Летчик-испытатель
Василий УрядовЛетчик-испытатель
Авиард Фастовец



га, производилась отработка силовой установки аналога (с выпуском аналога балочным держателем в воздушный поток и включения в таком положении его двигателя), пневмосистемы, внутренней и внешней связи, системы телеметрии, кондиционирования и выпуска шасси.

Всего было выполнено 14 совместных полетов аналога с самолетом-носителем без отцепок. В одном из полетов двигатель РД-36-35К как бы недовольно «завис» («зависание» двигателя – резкий рост температуры перед турбиной при попытке летчика увеличить обороты) на высоте, не набрав нужных оборотов. Но по мере снижения двигателя запустился и вышел на заданные обороты, как и требовалось (двигатель и должен был работать именно в таком режиме на атмосферном участке полета). По результатам совместных полетов были отработаны и дооборудованы средства самолета-носителя, обеспечивающие безопасный переход летчика аналога в носитель (страховочный фал, радиосвязь, добавлена уплотнительная «бульба» на передней кромке грузового отсека и т.п.).

После всесторонней проверки в совместных полетах было решено перейти к самому трудному и ответственному этапу – сбросу с самолета-носителя и автономному полету и самостоятельной посадке ЭПОСа.

27 октября 1977 года самолет-носитель Ту-95КМ, пилотируемый экипажем во главе с заместителем начальника службы летных испытаний бомбардировочной авиации подполковником Александром Обеловым (впоследствии генерал-майор авиации), на скорости 420 км/час сбросил аналог «105.11», пилотируемый Авиардом Фастовцом, с высоты 5500 метров перпендикулярно створу посадочной глиссады аэродрома. Предоставим слово самому Авиарду Гавриловичу Фастовцу (Из статьи «Тихая трагедия ЭПОСа»):

«Занимаю место в кабине. Держатели подтягивают аппарат к люку. Загрохотали винтами и турбинами все четыре двигателя носителя, и он после тяжелого разбега уходит в хмурое осеннее небо. На высоте 5 тысяч метров сцепка ложится на «боевой курс». Рассчитан он был заслуженным штурманом-испытателем СССР полковником Юрием Ловковым так, чтобы в случае экстремальной ситуации после отцепки я имел возможность без больших эволюций, снижаясь, «вписаться» в посадочную глиссаду и приземлиться на своем аэродроме.

По самолетному переговорному устройству (СПУ), к которому под-



Летчик-испытатель занимает место в самолете-аналоге, подвешенном под самолетом-носителем



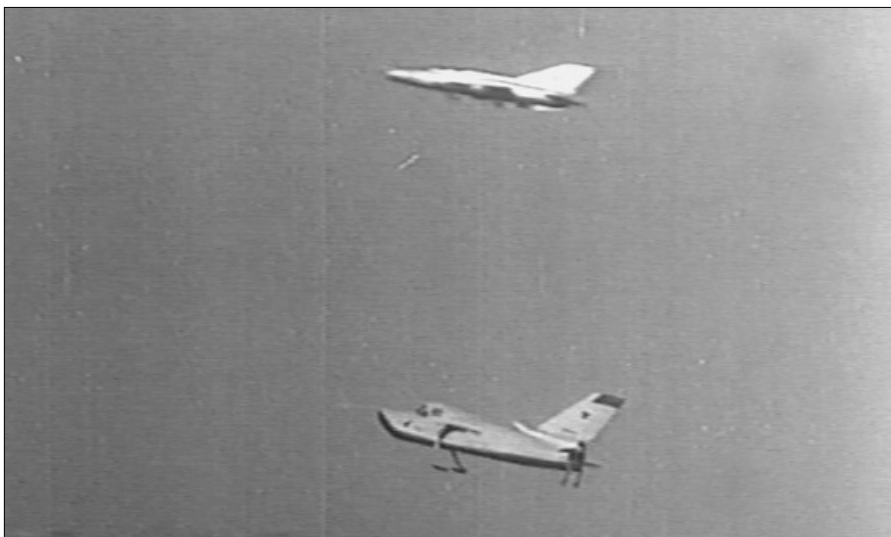
Отцепка...



... и полет



Шасси выпущено



Заход на посадку в сопровождении МиГ-21У



Встреча на земле

ключен и отцепляемый аппарат, штурман с борта Ту-95К предупреждает: «Готовность ноль-четыре». Когда до расцепки оставалось 4 минуты, мы к тому времени летели уже в довольно большом разрыве облачного слоя. Сползая на держателях в упругий воздушный поток под фюзеляжем носителя, моя «птичка» мелко подрагивает от напора струй. Отклонен балансировочный щиток, чтобы сразу после отцепки обеспечить пикирующий момент, поскольку мы опасались подсоса в струе между фюзеляжами обеих машин. Запускаю двигатель – работает надежно.

Двигатель в норме! – докладываю командиру экипажа и продолжаю последнюю проверку систем. «Готовность ноль-один», – предупреждает СПУ голосом Ловкова. Но я уже все закончил, о чем и сообщаю экипажу носителя. Затем слышу: «Сброс!». Знаю, что сейчас Ловков нажал кнопку, чтобы раскрыть замки держателей.

Отделившись, аппарат довольно круто опускает нос, будто собрался нырнуть с обрыва. Похоже, чуток перестарались с углом установки балансировочного щитка, настроив на самый быстрый уход из спутной струи от носителя. Парирую отклонением рулей – «птичка» слушается их хорошо. Автономный полет продолжался по заданной программе без больших отклонений. Значит, воздушный старт для отработки аналога вполне годится».

В первые секунды самостоятельного полета аналог, имея аэродинамическое качество менее 5, снижался с вертикальной скоростью 50–70 м/сек.

В случае неполадок с двигателем летчик должен был выполнить с высоты 5000 м левый планирующий разворот на 90 градусов со снижением и последующим заходом на посадку на грунтовую ВПП «Грошев», представлявшую собой ровный квадрат размером 5,5 км. При нормальной работе двигателя летчик должен был выполнить посадку после выполнения правой «коробочки», что Фастовец и сделал, пройдя над траверсой ВПП на высоте 3000 м и заложив первый правый вираж с креном 30 градусов на скорости 420 км/час. Далее последовал участок прямолинейного полета параллельно ВПП (с удалением от нее), затем правый разворот на 180 градусов (крен 30 градусов) со снижением для выхода на посадочную глиссаду на высоте 1500 м, с которой начался заход на посадку. Выпуск шасси был произведен на высоте 800 м при скорости 420 км/час,



на высоте 20 м и скорости 360 км/час Фастовец выполнил выравнивание и произвел посадку.

В дальнейшем, в период 1977–1978 гг. состоялось еще 5 автономных полетов аналога «105.11». Три из них выполнил Авиард Фастовец, один – Герой Советского Союза, заслуженный летчик–испытатель СССР Петр Остапенко, и последний – Василий Урядов. Все полеты совершались после отцепок от самолета–носителя Ту–95 в горизонтальном полете на высоте 5500 м в диапазоне скоростей 420–460 км/час со стартового положения балочного держателя с последующей посадкой аналога на грунтовую ВПП «Грошев», пополняя научно–технический задел по программе ЭПОСа.

В процессе второго этапа летных испытаний аналога орбитального самолета «105.11» с двигателем РД–36–35К в дозвуковом диапазоне скоростей на высотах 0–5500 м достигнуты следующие предельные значения параметров полета:

- максимальная и минимальная скорость полета 550–290 км/час;
- максимальная и минимальная продольная перегрузка $n_y=4,0-0,3$;
- максимальный угол крена 78 градусов.

Ответственными исполнителями второго этапа испытаний являлись О.Т.Рязанов, И.А.Власов, А.Г.Фастовец, В.В.Тетянец, Ю.Т.Клепов, В.В.Студнев, А.Т.Сенченко и состав комплексной испытательной бригады.

Испытательные полеты полностью подтвердили соответствие реальных и заданных (на основе продувок) летно–технических и посадочных характеристик и эффективность выбранных органов управления в указанном диапазоне режимов полета. В заключении по результатам испытаний было отмечено, что:

«...самолет имеет соответствующие, удовлетворительные характеристики устойчивости и управляемости, несложен в управлении. В процессе летных испытаний проверена безопасность отделения от носителя, отработаны бортовые системы и оборудование. Максимальные нагрузки, действующие на стойки шасси при посадке на грунтовую ВПП не превышают 70% от эксплуатационных на задних стойках и 54% на передних».

В четырех полетах экипаж летающего аэродрома Ту–95КМ возглавлял командир испытательной эскадрильи полковник Анатолий Петрович Кучеренко. Этот опыт потом сыграл решающую роль в летной судьбе Анатолия Петровича – имен-

но ему через 14 лет доверили первому поднять в небо транспортный самолет–носитель ВМ–Т «Атлант», созданный для транспортировки на внешней подвеске (над фюзеляжем) крупногабаритных фрагментов многоразовой космической системы (МКС) «Энергия–Буран».

После смерти А.А.Гречко пост министра обороны СССР в апреле 1976 года занял Д.Ф.Устинов. Его мнение о перспективах развития боевых космических систем оставалось прежним – по его инициативе в СССР уже разворачивались поисковые работы над советской МКС «Энергия–Буран» – адекватным ответом американской МКС «Спейс Шаттл» (Space Shuttle). Дни ЭПОСа, как продолжения программы «Спираль», были уже сочтены. Пытаясь сохранить тему «Спираль», начальник ОКБ космического филиала Юрий Дмитриевич Блохин в справке, подготовленной в феврале 1976 г. для ЦК КПСС в дополнение к заявлениям в министерство, пытался убедить руководство страны в том, что работы, проводимые по программе ЭПОСа, и полученный в результате затрат на сумму около 75 миллионов рублей (для сравнения – на программу «Дайна Сор» американцы успели потратить \$410 миллионов до ее закрытия 10 декабря 1963 г.) научно–технический задел объективно в ту пору были единственной в СССР практической базой для альтернативного решения по созданию многоразовой транспортной космической системы. Ссылался даже на то, что «...и в США фирма Макдоннелл–Дуглас (McDonnell

Douglas) свыше 7 лет проводила успешные исследования, а также летные эксперименты в целях отработки аппарата с несущим корпусом, используя малоразмерные аналоги типа Х–24; от которых можно было бы в дальнейшем перейти к созданию многоместного транспортного орбитального самолета по схеме «несущий корпус». А уступила фирме Рокуэлл (Rockwell International), протолкнувшей свой проект «шаттла» благодаря своим более тесным связям с Пентагоном».

С позиций сегодняшнего дня можно сказать, что для воздушно–космического самолета схема «несущий корпус» в самом деле имеет определенные преимущества перед крылатой «бесхвосткой» («Бураном» или «Шаттлом») с точки зрения компоновки, использования внутренних объемов и оптимизации теплозащиты за счет меньшей площади омываемой поверхности. Не случайно после катастрофы ВКС «Колумбия» 1 февраля 2003 г. все основные проекты ВКС следующего поколения для замены «Шаттлов» основаны на схеме именно «несущий корпус».

Обращался с письмом в ЦК КПСС, приводя аргументированные доводы за ускорение работ по программе ЭПОСа, и ведущий инженер ГНИКИ ВВС Владислав Михайлович Чернобровцев. Но, увы... К точке зрения авиационных специалистов так и не прислушались. Закрыть программу было достаточно легко, так как проект постановления Правительства о создании «Спирали» так и не был подписан из–за отрицательной резолюции А.А.Гречко, не-



Сброс аппарата Х-38, декабрь 2001 г.

смотря на согласующие подписи всех заинтересованных главнокомандующих видами вооруженных сил и министров оборонных министерств. Поэтому все работы проводились по решениям Министерства авиационной промышленности и финансировались за счет «внутренних резервов» по статьям поисковых работ.

Более того, отсутствия постановления Правительства о разработке проекта «Спираль» привело к тому, что, начиная с 1970–1971 гг., эта тема в ОКБ Микояна оставалась как бы в стороне от основной деятельности предприятия. Такая же ситуация складывалась и на НПО «Молния».

Окончательной точкой в программе летных экспериментов на аналоге «105.11» послужила авария при посадке 13 сентября 1978 г. В тот раз его пилотировал военный летчик-испытатель полковник Василий Урядов. Наблюдал за ним, сопровождая в полете на МиГ-23, Авиард Фастовец. Урядову пришлось заходить на посадку против закатного солнца, причем видимость ограничивалась дымкой. Незадолго перед полетом полосу расширили и соответственно переставили ограничительные флажки. Да только расчис-

тить до конца, заровнять колдобины и кочки не успели.

Руководитель полетов был опытный – Герой Советского Союза, заслуженный летчик-испытатель СССР генерал-майор авиации Вадим Петров, но и его подвела плохая видимость. По ошибке, приняв уклонившийся влево «МиГ» Фастовца за аналог, Вадим Иванович дал команду Урядову повернуть вправо, что тот и выполнил.

Снижаясь против солнца, Урядов поздно заметил, что вот-вот приземлится правее полосы. Реакция опытного испытателя позволила ему в последний момент отвернуть и войти в зону флажков, но на большее высоты уже не хватило. Аппарат приземлился нормально, но на пробеге одним колесом ударился в камень, не убранный с ВПП.

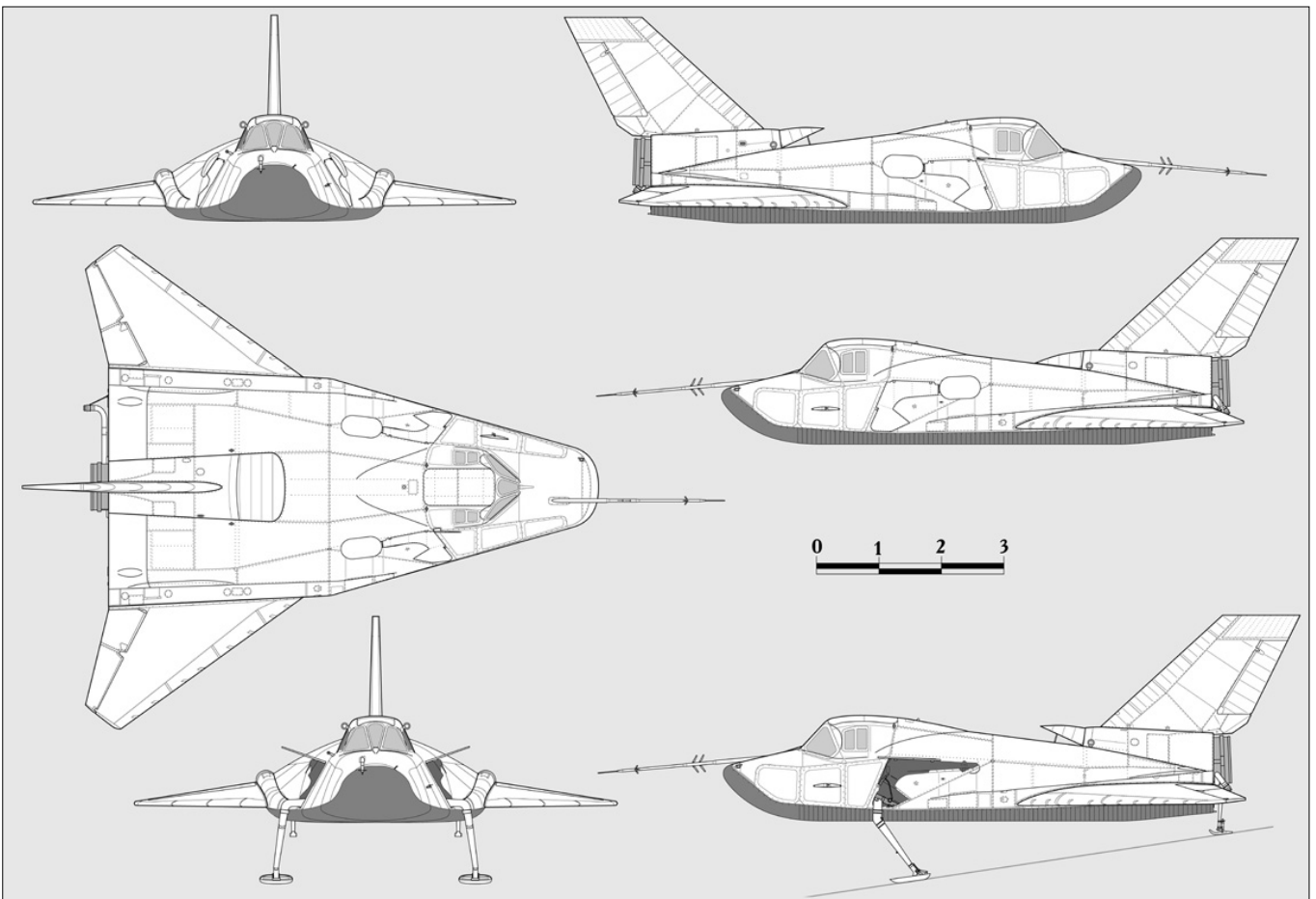
Силовой шпангоут выдержал удар, что позволило конструкторам на практике проверить соответствие их прочностных расчетов испытанным нагрузкам, но в элементе шасси возникла трещина.

Заместитель главного конструктора НПО «Молния» по летным испытаниям С.А.Микоян (до апреля 1978 г. занимавший должность заместителя начальника ГНИКИ ВВС и отвечавший в Институте за работы

по теме «Спираль») по поручению Лозино-Лозинского ездил в г. Горький на предприятие, изготавливавшее шасси для всех самолетов в СССР, и долго уговаривал генерального директора Лузянина отремонтировать шасси. Тот пообещал, но так как финансирования ЭПОСа уже не было – ничего не сделал... Таким образом, взлететь ЭПОСу было уже не суждено. Аналог «105.11» можно увидеть и сегодня – после прекращения полетов он был передан в качестве экспоната в музей ВВС в подмосковном Монино.

Самолет-носитель Ту-95КМ планировалось переоборудовать в носитель экспериментального гиперзвукового самолета «139» ОКБ А.Н.Туполева, а также в носитель экспериментального летательного аппарата для испытаний гиперзвуковых ПВРД, но эти программы так и не получили своего дальнейшего развития.

В соответствии с первоначальной программой НИОКР кроме дозвукового аналога «105.11» был также построен аналог ОС для испытаний на сверхзвуковой скорости «105.12» (серийный № 7510511201). Он был оборудован уже поворотными консолями крыла, способными изменять поперечный угол установки консо-





лей V в диапазоне от +45 градусов до -5 (95 градусов вниз от вертикали) Не исключено, что именно этот максимальный угол раскладки консолей крыла на дозвуковом режиме полета мог быть в конечном итоге принят и для боевых вариантов орбитального самолета.

В качестве ракетного ускорителя использовалась первая ступень зенитной ракеты С-25, закрепленная в хвостовой части аналога между фюзеляжем и теплозащитным экраном.

Разработанный профиль сверхзвукового полета выглядел следующим образом. Сброс с самолета-носителя происходит на высоте 11000 м при скорости $M=0,8$. Снижаясь в планирующем полете, пилот отклоняет управляющие поверхности на 12 градусов для создания кабрирующего момента и на высоте 10300 м при скорости $M=0,65$ включает ракетный двигатель.

Сброс отработавшего ускорителя происходит на высоте 15500 м при достижении скорости $M=1,69$. В этот момент траектория должна иметь наибольший угол возвышения к горизонту, равный 26 градусов. Дальше аппарат летит по инерции с потерей скорости по траектории, близкой к параболе, поднимаясь в наивысшей точке до 16500 метров. Имея оклозвуковую скорость ($M=1$), аппарат в этот момент находится практически над ВПП. Затем начинается участок равновесного планирования, в конце которого летчик, выполняя правый разворот на высоте 11000 м (при $M=0,7$), должен на высоте около 6000 м при достижении скорости 420 км/час запустить турбореактивный двигатель РД36-35К. В случае отказа двигателя летчик совершает правый разворот на 90 градусов и выходит в створ ВПП, после чего совершает планирующую посадку.

При нормальном запуске двигателя летчик отворачивает на 90 градусов влево и совершает обычную посадку после выполнения штатной «коробочки». Несмотря на полную готовность сверхзвукового аналога, испытания с его участием так и не проводились. У гиперзвукового аналога «105.13» (серийный № 7510511301) был изготовлен только фюзеляж, который принимал участие в испытаниях ТЗЭ в термобарокамере.

В изготовлении все аналоги ЭПОСа были максимально унифицированы — основные конструкторские решения по всем комплектациям аналогов ОС были выполнены в единой сквозной схеме, благодаря которой трудоемкость в производстве

при переходе от дозвукового варианта к гиперзвуковому возрастала очень незначительно, да и то потому, что по мере усложнения решаемых задач на борт должно было усатанавливаться дополнительное и более совершенное оборудование. Это также позволяло сократить время на подготовку производства самих орбитальных самолетов.

Теплопрочностные испытания гиперзвукового аналога «105.13» проводились на специальном стенде КТПИ в ЦАГИ. Они показали, что при спуске в атмосфере при угле атаки 53 градусов при гиперзвуковом качестве 0,8 основная тепловая нагрузка воспринималась ТЗЭ, который нагревался до +1500°C. Остальные элементы конструкции, находясь в аэродинамической тени от ТЗЭ, нагревались значительно меньше.

Эксперименты показали, что в случае уменьшения угла атаки до 30 градусов гиперзвуковое аэродинамическое качество возрастало до 1,5, существенно увеличивая возможную величину бокового маневра до 1500–1800 км. Но в этом случае нагрев ТЗЭ увеличивался до +1700 градусов С — рубежа, допустимого для имевшихся в разработке сплавов. В процессе наземной экспериментально-стендовой отработки теплозащиты были достигнуты рабочие температуры до +1300 градусов С, однако несмотря на то, что полный цикл испытаний не был завершен, расчетный ресурс теплозащиты оценивался в более чем 50 полетов.

Тем не менее, как позднее вспоминал Г.Е.Лозино-Лозинский:

«...для металлической теплозащиты так и не удалось решить проблему остаточного коробления металла при циклических температурных нагрузках. Становилось очевидно, что теплозащита из жаропрочных сплавов сложна и громоздка в эксплуатации, и решить с ней задачу чрезвычайно тяжело. Нужно искать

другие материалы. Керамическая защита, о которой мы получили сведения по «шаттлу», мне показалась намного убедительней. Хотя, приступая к ее созданию, мы были абсолютно «голые короли». Начиная с того, что даже кварцевого песка, из которого можно было сделать тонкие кварцевые нити, у нас в стране не было. Было только задание Министерству геодезии постараться найти месторождение, а пока планировали получать из Бразилии (кварцевая теплозащита американского «шаттла» тоже была изготовлена из бразильского кварцевого песка)».

Песок в стране Советов нашелся, и после отработки технологии изготовления кварцевых плиток и их лабораторных испытаний было решено испытать новую теплозащиту в условия реального космического полета. Нужно подчеркнуть, что время ЭПОСа к этому времени уже прошло, и разработчики кварцевого плиточного ТЗП работали уже целиком на «Буран». Вот как Лозино-Лозинский описывает стадию перерастания проекта «Спираль» в полеты «БОРов»:

«...Для обеспечения уверенности в аэродинамических расчетах и особенно в качестве созданной кварцевой плиточной теплозащиты, было принято решение на каком-то изделии типа модели космического аппарата смонтировать теплозащиту и на траектории спуска, схожей с траекторией спуска «Бурана», проверить ее надежность. Так как была достаточно хорошо и расчетно, и на продувках экспериментально отработана и выведена та уверенная по аэродинамическому качеству и по управляемости конфигурация орбитального самолета «Спираль», то было решено в масштабе 1:2 сделать модель, которую назвали «БОР-4», которая обеспечивала и возможность выполнения траектории, близкой к траектории спуска



«БОР-4С» на выставке МАКС-2005

«Бурана», и достаточно разместить количество плиток теплозащиты, имея в виду, что температурные режимы и внешние нагрузки на эти плитки будут очень близки к тем, которые должны иметь место в процессе натурального полета «Бурана».

Таких изделий было сделано четыре, они полностью подтвердили надежность перерасчета результатов продувок в трубах на натуре и подтвердили качество изготовленных плиток теплозащиты, что и было в последующем доказано результатами полета «Бурана».

Следует отметить, что метод использования этой конфигурации орбитального самолета был начат Летно-исследовательским институтом в конце 1960-х годов на более маленьких моделях, на которых проверялась непосредственно правильность расчетов и результатов продувок орбитального самолета типа «Спираль». Тогда эти более маленькие по своим размерам модели орбитального самолета, запускаемые с помощью одноразовых носителей, назывались «БОР-1», «БОР-2» и «БОР-3», и они успешно прошли необходимый объем летных испытаний, подтвердив наше умение, пользуясь результатами продувок, делать перерасчет на натуре.

Так, используя созданный задел по «Спирали», уже после закрытия программы, для проведения комплексных натурных испытаний различных типов теплозащиты (включая кварцевую) были возобновлены запуски «БОРов».

ПОЧЕМУ ЗАКРЫЛИ ПРОГРАММУ «СПИРАЛЬ»

В заключение рассказа о «Спирали» хочется высказать несколько соображений по поводу закрытия программы.

АКС «Спираль», превосходившая практически по всем параметрам своего американского конкурента – ВКС «Dyna Soar», так и не была создана – официально тема «Спираль» была закрыта в 1980 г., с началом полномасштабных работ по МКС «Энергия-Буран».

При знакомстве со свидетельствами очевидцев, участников событий и анализе материалов постоянно встречаются обвинения в адрес руководства страны в недальновидности и зажиме авиационной космонавтики. Дескать, А.А.Гречко, в начале 1970-х годов не разобравшись, все перечеркнул, а Д.Ф.Устинов впоследствии, мол, «перетянув одеяло» на своих любимых ракетчиков, не дал денег... А все вместе проявили «...неумение предвидеть перспективы развития техники,

безоглядную ориентацию на чужой опыт в ущерб здравому смыслу!»

Объяснять закрытие «Спирали» непониманием А.А.Гречко или политическими амбициями Д.Ф.Устинова, равно как трениями между МАПОм и МОМом – значит существенно упрощать проблему. Представляется, что все было гораздо сложнее и дело не столько, а вернее, не только в персоналиях. Представим себе логику поступков тех же Гречко и Устинова, понимая, что эти люди, пройдя горнило Великой Отечественной войны, отвечали за безопасность и обороноспособность СССР. Естественно, в первую очередь они должны были реагировать на заокеанские вызовы, продвигая аналогичные отечественные разработки. Начались в США работы на ВКС «Дайна Сор» – значит, нам нужна «Спираль». Но если «Дайна Сор» уже закрыта и начались работы по МКС «Спейс Шаттл», пусть более дорогой, но и значительно более эффективной – следовательно, у нас тоже должен быть такой корабль, пусть и в ущерб «Спирали». Созданный задел, конечно, нужно использовать по мере возможности, но уже для «Бурана». Тем более, что ОС «Спираль» был по сути орбитальным инспектором-перехватчиком, но никак не носителем, позволяющим строить на орбите орбитальные комплексы различного назначения, и уж тем более он не мог при необходимости возвращать на Землю космические аппараты.

Реальная причина закрытия «Спирали», на наш взгляд, заключается в другом – в нашей экономике. Действительно, страна не могла позволить себе несколько перспективных, но параллельных проектов, какими бы многообещающими они не казались в будущем (вспомним судьбу гиперзвуковых МКР «Буран» и «Буря»). Ведь «космическая гонка» происходила на фоне глобального соперничества в области всех стратегических вооружений, и именно здесь расходовались основные ресурсы страны. Г.Е.Лозино-Лозинский так комментировал ситуацию в одном из интервью: «Программа «Спираль» была остановлена... потому что члены Политбюро чувствовали, что для ее завершения придется потратить много времени и средств... и была продолжена в 1972 г. при поддержке В.П.Глушко». Но нельзя сбрасывать со счетов и субъективизм Гречко и Устинова – когда мы говорим о том, что Министерство обороны косо смотрело на «Спираль», мы имеем в виду именно Гречко и Устинова, полное доминирование которого в ракетно-косми-

ческой отрасли в случае широкого развертывания в Минавиапроме работ по теме «Спираль» могло быть скорректировано. Ведь не зря же ВВС в целом, включая генерала Каманина и главнокомандующего «Спираль» поддерживали, так как именно этот проект позволял реализовать сформулированную ВВС триаду военных целей в космосе – разведку, перехват и удар. В частности, 16 и 20 сентября 1967 г. Каманин записал в своем дневнике:

«...Надо думать об удешевлении наших космических программ и надо создавать корабли (особенно транспортные и учебные) многоцелевого использования, стартующие в космос с тяжелых транспортных самолетов типа Ан-22. Мы планируем организацию исследований и конструкторских поисков для создания в будущем воздушно-космических и орбитальных самолетов (работы Микояна по теме «Спираль»).

И далее:

«На создание комплекса Н-1 израсходованы уже десятки миллиардов рублей, хотя вся эта затея не имеет ни малейшего военного значения, и дай бог, чтобы мы не стали свидетелями полного провала испытаний нашей лунной ракеты, а оснований для провалов здесь больше, чем где-либо. Было бы гораздо разумнее вложить эти громадные средства на отработку и усовершенствование существующих типов ракет, на освоение стыковки в космосе и разработку старта космических кораблей с самолетов-разгонщиков. Подобные мероприятия имели бы огромное значение для развития военной космической техники и более надежного обеспечения нашего первенства в освоении Луны и планет. Сейчас уже почти всем понятны конструкторские ошибки и «минусы» комплекса Н-1, но их не хотят замечать Мишин, Пашков, Смирнов, Устинов и все те, кто так легко согласился с сомнительными проектами Королева и Мишина. Затратив уйму денег на комплекс Н-1, они вынуждены идти до конца, отстаивая реализацию плохого проекта и охаявая хорошие проекты (ракета УР-700 и самолеты-разгонщики).

Программа «Спираль» действительно опередила свое время, но только сейчас, по истечению почти 40 лет, мы в состоянии оценить перспективность и новаторство заложенных в нее идей. Но несправедливо оценивать поступки и решения людей с позиций сегодняшнего дня: для того, чтобы обоснованно судить, необходимо четко воспринимать ситуацию тридцатилетней давности.



В момент работы над «Спиралью» у нас существовал широкий спектр обычных (не многоразовых) космических аппаратов, включая пилотируемые корабли и орбитальные станции, решающие все текущие задачи в космосе. И если уж говорить о конкуренции между МАП и МОМ, то ракетчики (Самарский филиал ОКБ-1 под руководством Козлова) тоже готовили чисто военный космический корабль на базе одноразового корабля «Союз» (модификация 7К-ОВИ) для выполнения задач по космической разведке, инспекции и перехвату вражеских спутников. Более урезанные возможности по сравнению со «Спиралью», но ведь и гораздо дешевле! Правда, нужно оговориться, что этот проект тоже не продвинулся дальше полноразмерного макета.

При всей перспективности «Спирали» (а эта перспективность в то время еще не была очевидна, если учесть, что и сегодня многоразовые космические корабли имеют множество противников) она обладала наибольшей степенью технического риска из всех существовавших проектов. В самом деле: создание ГСР с многорежимным двигателем проблематично и сегодня; принятая концепция металлического теплозащитного экрана до сегодняшнего дня так и не нашла своего практического применения, несмотря на большой объем НИОКР – более того, именно в ходе работы над ОС по программе «Спираль» (аппараты «БОР-4») металлическая теплозащита была вытеснена теплозащитой на основе керамических (кварцевых) плиток. Можно вспомнить и тот факт, что от применения ТРД для атмосферного участка спуска на ОК «Буран» в ходе работ отказались, но ведь «Буран» имеет более высокое аэродинамическое качество по сравнению с ЭПОСом! И если бы впоследствии пришлось отказаться от ТРД на ОС «Спираль», то располагаемая величина бокового маневра могла оказаться неудовлетворительной. С высоты сегодняшнего дня мы понимаем, что все вопросы, вставшие перед разработчиками «Спирали», технически решаемы, но только при большом напряжении сил всей отрасли и огромных финансовых ресурсах. Но тогда–то этой уверенности (среди принимавших решение) не было! А перспектива больших затрат была. Это в конечном итоге и предопределило решение не в пользу «Спирали». Просто промышленность в самом широком смысле слова была не готова к такому масштабному и рискованному проекту. Эту точку зрения разделяет и Главный конструктор «Спирали» и



Сравним гиперзвуковой самолет-разгонщик «Спирали» и космическую королевскую яхту принцессы с планеты Набу из первого фильма «Скрытая угроза» (The Phantom Menace) космической саги «Звездные войны»

«Бурана» Г.Е.Лозино-Лозинский: «Технические вопросы создания орбитальных самолетов и гиперзвукового самолета были в зачаточном состоянии и требовали очень больших научных, инженерно–конструкторских усилий и решений, и соответственно стоимость создания была значительна. Общая политическая ситуация (Под политической ситуацией Глеб Евгеньевич имеет в виду тот факт, что в США были прекращены работы над проектом Dyna Soar. Соответственно и руководство СССР задавалось вопросом: «Если им не нужно, то зачем это нужно нам?») не благоприятствовала созданию такого крупного и в то же самое время очень нового и, следовательно, рискованного проекта, и поэтому работы были прекращены».

С «Бураном» все проще: потенциальный противник не просто наглядно продемонстрировал, что задача технически решаемая, но и создал вполне ощутимую угрозу безопасности страны из космоса. В этой си-

туации нам оставалось только принять вызов и обеспечить потребное финансирование. Причем требование «делать как у них!» проистекало не из неверия в собственный интеллектуальный потенциал или ограниченности «космических вождей» (как это часто у нас преподносится), а имело сугубо практический смысл – оно позволяло сэкономить затраты и резко снизить технический риск – чем меньше новаций и отступлений от прототипа, тем меньше потребный объем НИОКР и больше сэкономленное время. И тем более значим подвиг наших конструкторов, создавших внутри поставленных заказчиком ограничений не просто копию «шаттла», а значительно более эффективный и «умный» корабль. Но не забудем, что идущему вторым, по чужому следу, всегда легче.

А труд, потраченный на проект «Спираль», не пропал даром. Созданный задел и приобретенный опыт работы над «Спиралью» значительно облегчил и ускорил создание

многоцветного космического корабля «Буран». Была создана материальная база, кооперация предприятий (до 60 организаций), методики испытаний, специалисты. Используя полученный опыт, Г.Е. Лозино-Лозинский возглавил создание планера «Бурана». Пилотирувавшему носителю ЭПОСа Ту-95КМ А.П.Кучеренко пригласили из ГНИКИ ВВС на работу в ЭМЗ им. В.М.Мясищева для полетов на самолетах ЗМ и М-4 В.М.Мясищева (на ЭМЗ не было подготовленных для такой работы летчиков), и впоследствии ему посчастливилось испытывать носитель ВМ-Т «Атлант», созданный на возрожденной фирме Мясищева для транспортировки элементов системы «Энергия-Буран» из-за задержки с созданием самолета-транспортировщика Ан-225 «Мрия». Игорь Петрович Волк, выполнявший подлеты на звуковом аналоге ЭПОСа, впоследствии первым поднял атмосферный аналог «Бурана» в воздух, стал командиром отряда летчиков-испытателей по программе «Буран», и в рамках подготовки к полету на многоцветном корабле в 1984 г. слетал в космос. Как мы знаем, потребовались и «БОРы» — после существенной доработки они оснащались новой системой теплозащиты, аналогичной по своим характеристикам к ТЗП «Бурана», и сбрасываемой тормозной двигательной установкой для схода с орбиты.

Ну и в заключение, чтобы не заканчивать наш рассказ о «Спирали» на грустных нотах, выскажем не совсем серьезную, а точнее, совсем несерьезную мысль о приоритете гиперзвукового самолета-разгонщика Г.Е.Лозино-Лозинского совершенно в другой области — в фантастическом космическом кинематографе. При первом просмотре первого фильма («эпизода») знаменитой голливудской кино-эпопеи Джоржа Лукаса (George Lucas) «Звездные войны» (Star Wars), у автора часто возникало ощущение «де жа вю», т.е. казалось, что где-то что-то подобное уже встречалось...

И верно! Сравним гиперзвуковой самолет-разгонщик «Спирали» и космическую королевскую яхту принцессы с планеты Набу из первого фильма «Скрытая угроза» (The Phantom Menace) космической саги «Звездные войны». Только сейчас, после детального знакомства с аванпроектом «Спирали», пришла пора наконец-то восстановить наши приоритеты хотя бы в рамках «...далекой, далекой галактики».

Литература

1. «Авиастроение», серия «Итоги науки и техники», Том 12, М., ВИНТИ
2. «Авиакосмическая техника и технология», коллектив авторов, журнал №1, 1995, №1-4, 1998, Российская Инженерная Академия
3. «Авиационно-космические системы», сборник статей под ред. Г.Е.Лозино-Лозинского и А.Г.Братухина, М.:Изд-во МАИ, 1997, 416 стр.
4. Афанасьев И. «БОРы над планетой», — В журн.: «Новости космонавтики», №7 2000
5. Баташев А. «Спираль», — В журн.: «Советский Союз», 1990
6. Баташев А. «Об «отце» советского шаттла (Крутые виражи «Спирали»), газета «Труд», 30.06.1994
7. Баташев А. «Русский путь», — В журн.: «Огонек», 10.12.2001
8. Баташев А. «Steep Turns of the Spira», JPRS Report, 09.08.1994
9. Беликов В. «Мгновения МиГов», газета «Известия», 03.12.1989
10. Белоглазова Е. «Как учили летать «Буран», — В журн.: «Вестник авиации и космонавтики», 28.03.2001
11. Беляков Р.А., Мармен Ж. «Самолеты «МиГ». 1939-1995», М., Авико-Пресс, 1996, с ил.
12. Бритвина Н. «Герман Титов: Душа не умирает, а находит свою ячейку в космосе», газета «Комсомольская правда», 22.09.2000
13. Бурдаков В. «На спине самолета», газета «Красная звезда», 12.04.1989
14. Бурдаков В.П., Васильев Л.М., Давлетшин Г.З., Ильин А.И., Одинов Е.Р., Сенкевич В.П., Соловьев Ц.В. «Многоцветные транспортные космические системы: история и перспективы развития, /См. Сб-к трудов «Освоение аэрокосмического пространства: прошлое, настоящее, будущее», М., ИИЕТ, 1997, с.43-51/, X Международный симпозиум по истории авиации и космонавтики, Москва, 20-27.06.1995
15. Бурдаков В. «Буран» — вершина, на которую еще предстоит подниматься», газета «Калининградская правда» (г. Королев), №286-289, 20.11.2003
16. Бурлуцкий В., Колосков В., Рыжиков В. «И в огне не горит», газета «Социалистическая индустрия», 18.05.1989
17. Бэнкс Питер М., Райд Салли К. «О советской космической программе», — В журн.: «В мире науки», №4, 1989
18. Ваганов А. «По «Спирали», через «Буран» — к «МАКСу», газета «Независимая газета», 27.12.1994
19. Васильченко К., Лозино-Лозинский Г., Свищев Г. «Путь к «Бурану», газета «Правда», 24.11.1988

20. Васильченко К. «Выдающийся конструктор. Г.Е. Лозино-Лозинскому — 90 лет!», — В журн.: «Крылья Родины», №12, 1999

21. Волков К., «Воздушно-космические самолеты», — В журн.: «Крылья Родины», № 2-3, 1988

22. Гаврилов В. (г. Рыбинск) «Взлет по «Спирали», «Караван Интернешнл» (Берлин, Германия), 26.04.2002

23. «Г.Е. Лозино-Лозинский», газета «Красная звезда», 01.12.2001

24. Гладкий В.Ф. «Как родился проект «Энергия-Буран», — В журн.: «Авиация и космонавтика», №4 2002

25. Голованов В., Титов Г. «Герман Титов: «Мы избрели «Шаттлы», раньше, чем США», газета «Правда России», 11.04.1996

26. Гофин М.Я., «Жаростойкие и теплозащитные конструкции многоцветных аэрокосмических аппаратов», С-Петербург: ЗАО «ТФ «МИР», 2003, 671 стр., ил.

27. Гришин С. «Советские транспортные космические системы», — В журн.: «Наука и техника» №4, 1989

28. Губанов Б.И. «Триумф и трагедия «Энергии»: размышления Главного конструктора», в 4-х томах, Н.Новгород: Изд-во Нижегородского института экономического развития, 1999-2000

29. Гудилин В.Е., Слабкий Л.И. «Ракетно-космические системы: история, развитие, перспективы», 1996, 320 стр.

30. Добровольский А. «Есть только МиГ», газета «Московский комсомолец», №029, 09.02.2004

31. Домбровский Н. «Космические орбиты «утки», газета «Советская Россия», 17.05.1989

32. Домбровский Н. «Полет окончен? Полет продолжается!», газета «Гудок», 23.02.2001

33. Евтеев И. «Опережая время. Очерки», М.: «Биоинформсервис», 2003. — 520 стр., ил.

34. Ермаков И. «Полвека «МИГ», газета «Социалистическая индустрия», 08.12.1989

35. Железняков А.Б. «Взлетая, падала ракета...», СПб: «Система», 2003, 220 стр., ил.

36. Железняков А.Б. «Проект «Спираль», В журн.: «Родина», №008, август 2004

37. Ильин В. «Есть ли будущее у российского авиационно-космического самолета?», — В журн.: «Вестник воздушного флота», август-сентябрь, 1997

38. Казьмин В. «Тихая трагедия «ЭПОСа», — В журн.: «Крылья Родины», №11, №12 1990; №1, 1991

39. Каманин Н.П. «Скрытый космос», 3-я книга, —М.: ООО ИИД «Новости космонавтики», 1999. — 352 стр.



40. Качур П., Лозино-Лозинский Г.Е. «С самолета – в космос», – В журн.: «Военный парад», №4, 1997
41. Колик А. «Российский ракетоплан для прыжков в космос», – В журн.: «Новости космонавтики», №5, 2002
42. Лазутченко О., Борисов А. «30 лет несостоявшемуся полету», – В журн.: «Новости космонавтики», №10, 2003
43. Ларионов Ю. «Боры» над планетой», – В журн.: «Новости космонавтики», №7, 2000
44. Лебедев В.В. «Проект «Спираль», Материалы XI Международного симпозиума по истории авиации и космонавтики, Москва–С.-Петербург, («Тезисы...»), 1977
45. Лебедев В.В. «Развитие отечественных авиационно-космических систем», Материалы XII Международного симпозиума по истории авиации и космонавтики, Москва–С.-Петербург, («Тезисы...»), 7–11.06.1999
46. Лебедев В.В. «Проект «Спираль», Доклад в вып. 74, М., ИИЕТ РАН, 1999
47. Лебедев В.В. «Развитие отечественных авиационно-космических систем», Сб–к «Из истории авиации и космонавтики», (СПб. Отдела Секции «История авиации и космонавтики», ИИЕТ РАН, (С.-Петербург), №1, 2000
48. Лебедев В. «БОРы: испытание морем», «Морская Столица» №3 (5), апрель–май 2001
49. Лозино-Лозинский Г.Е., Воинов Л.П., Скороделов В.А. «Летные эксперименты по программе «Космос», проведенные в обеспечение создания ОК «Буран», Доклад ИИЕТ РАН, 30.03.1992
50. Лозино-Лозинский Г.Е., Тимошенко В.П. «Lessons Learned from the BOR Flight Campaign» (Уроки, полученные от серии полетов БОРов), 3rd European Symposium on Aerothermodynamics for Space Vehicles, ESTAC, Noordwijk, Нидерланды, 24–26.11.1998
51. Лукашевич В.П. «Проект «Спираль», – В журн.: «Новости космонавтики», №4 2000
52. Лукашевич В.П. «Главному конструктору «Бурана» – 90 лет», – В журн.: «Новости космонавтики», №2 2000
53. Лукашевич В.П. «Советский шаттл – прорыв или тупик?», – В журн.: «Популярная механика», №2 2004
54. Лукашевич В.П. «Космическая «Спираль», – В журн.: «Популярная механика», №9 2004
55. Лукашевич В.П. «Горящие за других», – В журн.: «Популярная механика», №1 2005
56. Мазин А. «По «Спирали» – в космос», газета «Красная звезда», №198, 21.10.2004
57. Максимовский В. «Спираль» – «Буран» – МАКС», – В журн.: «Вестник воздушного флота», №2, 1995
58. Микоян С. «Молния» – от «Спирали» до МАКСа», – В журн.: «Вестник воздушного флота», №1, 1997
59. «Многоразовый орбитальный корабль «Буран», под ред. Ю.П.Семенова, В.Л.Лапыгина, Г.Е.Лозино-Лозинского, В.А.Тимченко, М.:Машиностроение, 1995, 448 стр., ил.
60. Первушин А. «Космическая «Спираль», газета «Секретные материалы» (г.С.–Петербург), №17, апрель 2000
61. «Ракетно-космическая корпорация ЭНЕРГИЯ имени С.П.Королева», Коллектив авторов под ред. Ю.П.Семенова, М.:Менонсовполиграф, 1996, 670 стр.
62. Ребров М. «Витки «Спирали», газета «Красная звезда», 31.07.1991
63. Советские и российские космонавты. 1960–2000», под ред. Ю.Батурина, Москва, Информационно-издательский дом «Новости космонавтики», 408 с., ил., 2001
64. Труфакин В.А., Плунгян А.М. «Устойчивость и управляемость летательных аппаратов с несущим корпусом (обзор)», В журн.: «Вопросы ракетной техники», №5, №6 1972
65. Труфакин В.А. «Воспоминания о «Спирали». Записки инженера», В журн.: «Проблемы авиационной и космической техники», №1, 1993, №2 1994
66. Труфакин В.А. «Орбитальный корабль «Буран» и проектно-научный отдел «Динамика полета» в НПО «Молния» (время, организация, люди, технологии)», М., Изд. Эмерик, 2002, ил.
67. Труфакин В.А. «Начало авиакосмических технологий (О проекте многоразовой космической системы «Спираль»)», В журн.: «Крылья Родины», №6, 2003
68. Труфакин В.А. «От орбитального самолета «Спираль» до орбитального корабля «Буран». Записки начальника отдела», М., изд. МАИ, 2004
69. Федоров М., Лозино-Лозинский Г.Е. «От «Спирали» к МАКСу», – В журн.: «Человек и космос», №1, 1992
70. Belyakov R.A., Marmain J. «MIG. Fifty years of secret aircraft Design», United States Naval Institute, Annapolis, Maryland
71. Bert Vis «Crewing history for the Buran programme», Journal of The British Interplanetary Society (Великобритания), №1, Vol. 50, 1997
72. Borrowman G.L., «Kosmoljot – Soviet Wings into Space», В журн.: Journal of the British Interplanetary Society (JBIS), 1982, Volume 35, page 75.
73. «Cosmos 1374 Photographs», – В журн.: Spaceflight, N 37, (Великобритания), 1995
74. D. Baker «The Space Shuttle Orbiter», часть 2, Air International, N 11, 1996
75. Dennis R. Jenkins «SPACE SHUTTLE: The History of Developing the National Space Transportation System», Walsworth Publishing Company, Marceline, 1996
76. D.Hughes «Russian Liquefied Rocket Bureau Designing Tree-Fuel Engine», Aviation Week & Space Technology, 30.03.1992
77. Gatland, Kenneth W, «A Soviet Space Shuttle?», –В журн.: Spaceflight (Великобритания), 1978, Volume 20, page 322.
78. Henry Matthews «The Secret Story of the Soviet Space Shuttle», X-Planes Book 1, Beirut/Lebanon, 1994
79. J. Oberg «Spacecraft Design Histories», – В журн.: Spaceflight (Великобритания). Vol.34, 1992
80. P. Pesavento «Cosmos 1374, 1445, Photographs Compared», – В журн.: Spaceflight (Великобритания). Vol. 33, 1991
81. P. Pesavento «Cosmos 1374 Photographs», – В журн.: Spaceflight (Великобритания). Vol. 37, No. 8 №33, August 1995
82. Pesavento, Peter, «Russian Space Shuttle Projects 1957-1994», – В журн.: Spaceflight (Великобритания), 1995, Volume 37, page 226.
83. «Samolot kosmiczne ZSRR», –В журн.: Skrzydlata Polska (Польша), №6, 1990
84. «Soviets Store High-Altitude Aircraft, Shuttle Testbed at Monino Facility», – В журн.: Aviation Week & Space Technology, USA, 16.04.1990
85. «Soviets Union Developing Range of Manned, Unmanned Launchers», – В журн.: Aviation Week & Space Technology, USA, 28.03.1988
86. Bart Hendrickx «The Origins and Evolution of the Energiya Rocket Family», – В журн.: JBIS (Journal of the British Interplanetary Society), Vol.55, pp.242-278, 2002
87. Vadim Lukashevich «Prodecessor of Shuttle and Buran. Spiral orbital aircraft programme», – в журн.: Air Fleet (Aerospace technologies review), vol.4 (46), pp.58-63, 2004

Сетевые ресурсы:

1. Лукашевич В.П. «Буран», авторский сайт <http://www.buran.ru>
2. Mark Wade «Encyclopedia Astronautica», авторский сайт <http://www.astronautix.com>

