

# АВИАЦИЯ БУДУЩЕГО

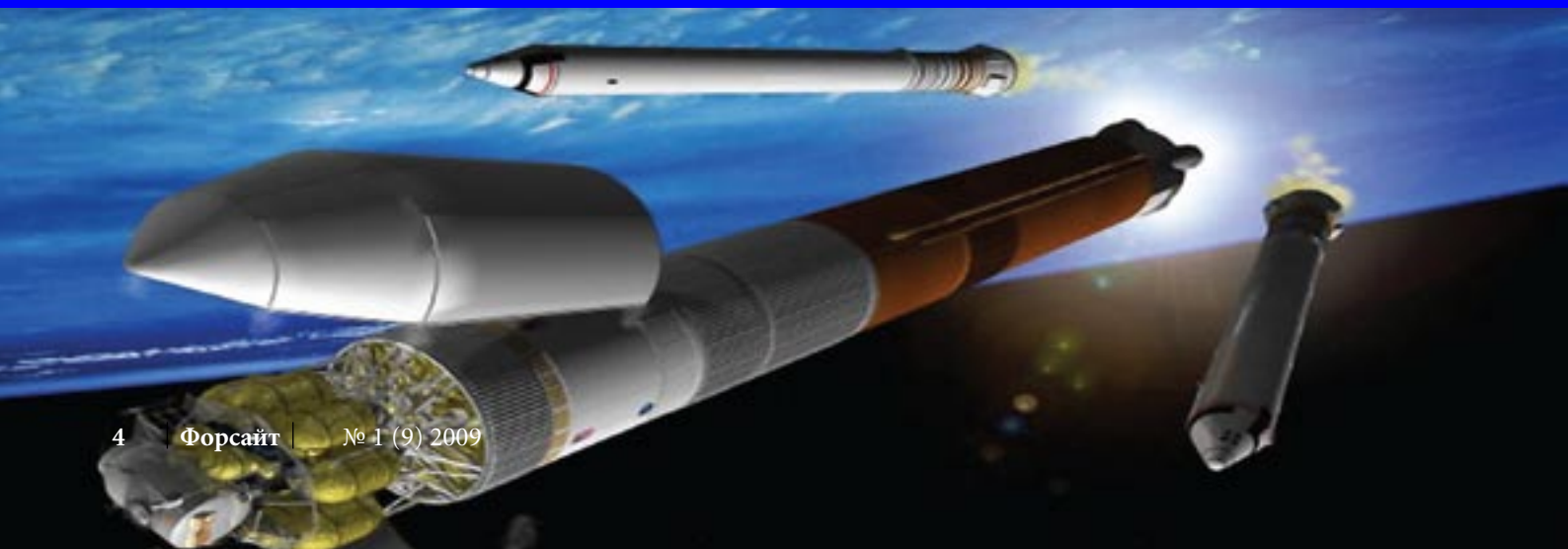
М.В. Бойкова, С.Д. Гаврилов, Н.А. Гавриличева

**Концепция самолета, как и любой сложной технической разработки, предполагает два «коридора» развития: «мягкие» инновации – модернизацию существующих моделей – и революционные прорывы.**



Гиганты мировой авиаиндустрии отдают предпочтение «мягкому» сценарию развития. Это не означает, что они не проявляют интерес к неординарным идеям с коммерческими перспективами. Акцент на совершенствовании обусловлен сложными взаимосвязанными факторами, такими как высокая стоимость производства, проблемы перехода на новые виды топлива, конструкционных материалов и т.п.

**Чтобы очертить контуры будущего авиастроения, мы анализируем оба «коридора» в сегментах «военная авиация», «двойные технологии», «гражданская авиация» и рассмотрим актуальные концепты летательных аппаратов следующих поколений.**



## Общие тенденции развития авиапрома<sup>1</sup>

Авиастроение, как один из наиболее высокотехнологичных секторов, сегодня претерпевает серьезные трансформации. Это обусловлено прежде всего глубокими и стремительными изменениями мировой экономики и новой природой конкуренции. Технологический портфель сектора меняется весьма динамично, пополняясь новыми образцами продукции и далеко не всегда «открытыми» разработками. Одни через какое-то время теряют свою актуальность, так и не успев реализовать свой потенциал, из-за ускорения цикла ИиР, другие переходят в разряд прорывных и становятся основой будущего авиации.

Характерной тенденцией современного этапа развития авиационных технологий является их миграция из военного сектора в гражданский и наоборот. Другими словами, развиваются технологии «двойного назначения».

В настоящее время можно выделить несколько сегментов, в которых в той или иной степени проявляются переломные моменты технологической эволюции сектора: двигатели летательных аппаратов, новые конструкционные материалы и покрытия, бортовое оборудование, авиационное топливо. Исторически развитие авиации было направлено на преодоление двух барьеров – максимальных высот и скоростей полета. Сегодня авиация активно осваивает все новые высоты в околоземном космическом пространстве, сверхзвуковые и гиперзвуковые диапазоны скорости.

Но какими бы прогрессивными и смелыми ни были решения, судьбу той или иной авиационной разработки решает все же рыночный контекст, который определяется парадигмой экономического развития. Она проявляется прежде всего в новых бизнес-моделях и ином характере конкуренции, при этом не оставляя шансов прежним моделям развития. Конкуренция больше не определяется «неограниченными» бюджетами и технологическим совершенством, а лучшим соотношением «цена-качество».

События 11 сентября и последовавший за ними скачок цен на топливо привели авиационную промышленность к состоянию кризиса. В нестабильном состоянии пребывает и космическая отрасль, столкнувшись с излишками производственных мощностей и проблемой надежности летательных аппаратов. Суть новой концепции развития авиапрома предполагает необычные правила игры: основные акторы отрасли превращают вышеуказанные вызовы в новые возможности. Начался процесс консолидации и глобализации бизнеса в мировой аэрокосмической индустрии.

Если в 1990-е гг. ключевых производителей обслуживало большое количество независимых поставщиков, специализировавшихся на производстве от-

дельных деталей, то начиная с 2005 г. концентрация промышленности происходит на всех этапах производства. Это ставит производителей и поставщиков на всех уровнях жизненного цикла изделия перед необходимостью тесного взаимодействия между собой и унификации своих производственных процессов и ресурсов. Акцент конкуренции сместился на цены и сроки выпуска продукции на рынок, что привело к появлению в промышленной сфере новой бизнес-модели – «**распределение рисков**».

Данная модель подразумевает новое разделение компетенций в структуре производства. Производители усиливают свои основные позиции, становясь системными интеграторами, которые координируют аутсорсинговые операции, а поставщики берут на себя ответственность за управление всем жизненным циклом изделия, от проектирования до производства, в заданной программе. Количество поставщиков со временем значительно сокращается, они консолидируются и превращаются в крупных игроков авиастроительного рынка, одновременно обслуживая нескольких производителей летательных аппаратов.

Показательный пример – изменения в структуре и функционировании цепочки поставщиков компании Boeing. В проектах 1995 г. участвовало 200 поставщиков Boeing, которые выполняли отдельные специализированные работы и отвечали только за качество их исполнения. К 2005 г. в результате их реинтеграции сформировалось 40 партнеров, ответственных за целый цикл задач – от проектирования до производства изделия.

Модель «распределение рисков» требует и от производителей, и от поставщиков реорганизации внутренних бизнес-процессов с целью их совместного ведения. Она обеспечивает высокую эффективность только при соблюдении определенных условий: полной капитализации знаний, постоянном обновлении базы имеющихся технических решений, распределении ответственности и издержек между всеми участниками производства, оптимизации всех организационных ресурсов и процессов, а также при повторном использовании уже имеющихся решений.

Подобный расклад привел к новым направлениям развития в разных сегментах авиастроения. Так, в сегменте «**авиационные двигатели**» для создания более экономичных двигателей из материалов нового поколения необходимы инвестиции в инновационные разработки. Вследствие потребности в использовании более эффективных двигателей возникает проблема снижения доходов авиастроительных предприятий. Компенсировать их потерю можно только при предоставлении дополнительных услуг – сервиса и поддержки. В свою очередь, условия рынка требуют оказания услуг заказчику по принципу «всё и сразу».

В сегменте «**ракеты и беспилотные самолеты**» ведущие западные авиастроительные компании

<sup>1</sup> Редакция журнала выражает признательность компании Dassault Systèmes за предоставленные материалы. Важный вклад в подготовку статьи внесли интервью с представителями авиастроительных компаний и сервисных центров.

конкурируют с российскими и азиатскими предприятиями, что вынуждает их снижать цены и сокращать время выхода продукции на рынок.

Сегмент «космические системы» в настоящее время пополняется новыми игроками со стороны частного сектора.

Новые приоритеты и у оборонного комплекса, который делает акцент на обеспечении эффективных антитеррористических мероприятий, создании разного рода систем защиты воздушного пространства, глобальном сотрудничестве, в первую очередь информационном.

Рынок авиастроения постепенно становится глобальным, его игроки объединяются, формируя индустриальные альянсы, такие как Boeing, Dassault Aviation, Spesma Group, EADS. Консолидируются и ведущие поставщики, объединяясь с поставщиками второго уровня (рис. 1). Повышение качества разработок конечного продукта и их эффективности в производственной цепочке подразумевает:

- сокращение сроков разработки продукта и его доставки потребителю;
- увеличение скорости реакции на требования заказчика.

Аналитики авиационной промышленности отмечают следующие изменения:

- Производитель передает ответственность за выполнение задания поставщику первого уровня: «перемещение задачи от производителя к интегратору».
- Сложные системы будут разрабатываться ведущими поставщиками: критерий выбора – специализация поставщика.

## Военная авиация – лидер инновационных разработок

Традиционно большинство инноваций исходит из **военного сектора** авиастроения, поэтому он остается безусловной движущей силой развития всей отрасли. В мировой оборонной индустрии наблюдаются существенные трансформации. Они обусловлены ориентацией на завоевание и удержание предприятиями технологического лидерства. Поскольку национальная безопасность неизменно остается в числе важнейших государственных приоритетов, военной сфере уделяется первостепенное внимание, а значит, инновационные прорывы здесь априори обязательны.

Накопленный потенциал разработок в военном авиастроении спровоцировал новый виток его развития.

Один из доминирующих трендов заключается в том, что основной ареной военных действий постепенно становится околоземное космическое пространство. Следовательно, средствам воздушно-космического нападения, способным переходить из атмосферы в космос и обратно, отводится решающая роль [Фролов, 2007, с. 38]. Соответственно, с их появлением возникают новые «окна уязвимости». При отсутствии противокосмической обороны

Рис. 1. Сдвиг производственной цепочки в сторону поставщиков



страна подвержена возможной атаке космическими средствами; систем противоракетной обороны – баллистическими ракетами; средств борьбы в диапазоне высот 40–100 км – гиперзвуковыми летательными аппаратами; при слабой ПВО – авиацией и крылатыми ракетами.

Военные разработки являются одним из основных источников идей для создания новых технологий в гражданской авиации, на чем подробнее мы остановимся ниже. Анализ военных конфликтов последнего десятилетия показал, что войны будущего будут вестись в условиях неразрывной взаимосвязи операций в воздушно-космическом пространстве, на суше и на море.

На смену танкам, артиллерии и живой силе приходят авиационные и ракетные высокоточные средства поражения, которые обеспечиваются космическими системами. Уже сегодня пилот не действует самостоятельно, а является элементом обширной интерактивной системы, в которую включены операторы радаров на самолетах, предупреждающие о приближении противника, специалисты по военной и противовойснной электронике на земле и в воздухе, аналитики данных и связисты. Летчику приходится обрабатывать огромные объемы информации и четко «видеть» свое место в этой системе в каждый момент выполнения боевой операции.

Развитие военной авиации включено ведущими странами в перечень приоритетных направлений. В настоящее время доля воздушной техники в их национальных военных бюджетах составляет от 26 до 37%.

## Последние мировые достижения в области военного самолетостроения

К важнейшим направлениям развития технологий в военном авиастроении относятся разработки **сверх-**

**звуковых и гиперзвуковых** летательных аппаратов (ЛА), технологии **Stealth**, **беспилотные ЛА, самолеты четвертого и пятого поколений** [Чельцов, 2007]. Рассмотрим каждое из них более подробно.

Комплексная технология снижения всех видов заметности средств воздушного нападения, получившая название **Stealth** [Ягольников, Нестеров, Ковалев, Скородумов, 2007], входит в перечень 17 приоритетных направлений развития аэрокосмических систем США, которые, как предполагается, **существенно повлияют на облик летательных аппаратов будущего**. В рамках **Stealth** в настоящее время уже созданы или разрабатываются такие летательные аппараты, как ударный истребитель F-117B, многоцелевые тактические истребители F-22 и F-35, стратегический бомбардировщик B-2, боевые беспилотные ЛА X-47A и X-45A, ударный вертолет RAH-66. Новейшие решения, примененные в их конструкциях с использованием данной технологии, позволили снизить заметность машин в радиолокационном, инфракрасном, оптическом и акустическом диапазонах радиоволн.

Следует отметить, что в ответ на совершенствование **Stealth** не менее быстрыми темпами разрабатываются столь же сложные и инновационные контртехнологии, сводящие к нулю ее преимущества. Аналогичные разработки ведутся в Великобритании, Франции, Германии и других странах, которые ориентированы на военно-техническое лидерство.

Другое перспективное направление развития авиационной техники – **беспилотные летательные аппараты (БЛА)** [Табачук, Ташкеев, 2007]. К ним относятся прежде всего беспилотные самолеты и беспилотные летательные аппараты вертикального взлета и посадки. В последнее десятилетие значительно возросла их актуальность и активно разрабатываются различные концепции ЛА подобного типа. В этом направлении отмечается колоссальный потенциал, **способный определить контуры авиации будущего**.

Беспилотные летательные аппараты имеют различные конфигурации, летно-тактические, геометрические и массовые характеристики, а также различаются по типам и параметрам двигателей и целевой аппаратуры. Пока что беспилотные летательные аппараты находят свое применение преимущественно в военной сфере, однако их использование в гражданском секторе имеет особую актуальность для России, прежде всего в целях мониторинга протяженной инфраструктуры транспорта, энергоснабжения и связи. Например, компания Microdrone (Германия) разработала беспилотный аппарат для транспортной полиции, способный вести видеонаблюдение в реальном времени.

Последняя разработка израильских специалистов носит название «Солнечный мореплаватель». Масса аппарата всего 4 кг, работает он от солнечных батарей и может находиться в полете достаточно

**Идея** преодоления скорости звука воплотилась сначала в сверхзвуковых самолетах, затем – в гиперзвуковых. Сегодня в этом направлении многое достигнуто, но гораздо больше предстоит.

продолжительное время<sup>2</sup>. В Израиле разработали и концепцию беспилотного пассажирского самолета, но мир еще не готов к таким решениям. Компания Boeing провела опрос, который выявил, что 70% респондентов не согласны пользоваться самолетами-беспилотниками.

В мире реализуется порядка 300 проектов разведывательных и разведывательно-ударных БЛА. Они имеют ряд существенных преимуществ перед пилотируемыми аппаратами, таких как возможность полета на предельно малых высотах, в складках местности, применение активных и пассивных помех, высочайшая маневренность, снижение радиозаметности, уровня инфракрасного излучения и акустического шума. Все это позволяет беспилотникам успешно преодолевать зону действия ПВО.

Беспилотные летательные аппараты также используются для борьбы с различными средствами воздушного нападения. Здесь они выступают в роли «контртехнологий». Оснащенные радиолокационными средствами, БЛА способны обнаружить низколетящие цели, недоступные для обнаружения обычными радиолокационными установками.

Одно из новых интересных направлений развития беспилотных аппаратов – миниатюрные летающие роботы. К их достоинствам относится прежде всего то, что во время полета они практически недостижимы для систем ПВО противника.

Среди успешных идей беспилотников заметно выделяется разработка компании Lockheed Martin (США) – пятиметровый самолет с дистанционным управлением. Суть концепции – в применении складных крыльев на двух рядах петель, что позволяет самолету радикально менять форму во время полета. При расправленных крыльях аппарат адаптирован для патрулирования на больших высотах, при свернутых – превращается в скоростной штурмовик, уничтожающий наземные цели.

В настоящее время специалисты рассматривают концепцию трансформации крыла для развития гражданской авиации.

Россия до конца 1980-х гг. прошлого века сохраняла бесспорное превосходство в этой области. Например, в 1980-х гг. было изготовлено около тыся-

<sup>2</sup> <http://www.otechestvo.org.ua/main/20078/2126.htm>.



чи одних лишь реактивных разведывательных БЛА типа Ту-143, тогда как в США работы в области беспилотной авиации в то время находились практически в зачаточном состоянии. Однако к началу XXI в. ситуация кардинально изменилась. В настоящее время американцы активно развивают это направление.

Идея преодоления скорости звука получила свое воплощение вначале в сверхзвуковых самолетах, а в последние годы – и в **гиперзвуковых** (ГЗЛА) [Гаравский, 2004]. В этом направлении уже многое сделано, но гораздо больше предстоит сделать. Здесь пока сохраняются определенные технические ограничения. Разработки **гиперзвукового оружия** ведутся уже более тридцати лет. Но в последнее время они вышли на качественно новый уровень. Создаются экспериментальные образцы гиперзвуковых летательных аппаратов и их силовых установок, на основе которых в течение ближайшего десятилетия планируется разработать управляемые ракеты разных классов большой дальности, а в дальнейшем и перспективных пилотируемых систем. Это также **основа для авиации будущего**.

Концепция гиперзвукового самолета вызывает много вопросов, так как существует ряд сложных технологических проблем не только для создания ГЗЛА, но и для их использования. В настоящее время, по оценке экспертов, для создания стратегического бомбардировщика необходимо обеспечить технологический задел для осуществления прорыва во многих областях промышленности. Прежде всего необходим качественный скачок в разработке и промышленном производстве принципиально новых сплавов и полимеров. Новые материалы, обладающие уникальными по нынешним временам свойствами, позволят выйти на качественно иной уровень проектирования в двигателестроении и самолетостроении. Предстоит решить целый комплекс проблем, особенно в области проектирования высокоэффективного двигателя, способного устойчиво работать в гиперзвуковом режиме. На прежних технологиях в будущее уже не попасть. Как прогнозируют эксперты, программа создания нового стратегического бомбардировщика до 2015 г. будет в основном носить концептуальный, исследовательский характер и касаться облика самолета [Авдеев, 2007].

В 2004 г. США впервые испытали экспериментальный суперсамолет NASA X-43A. Оснащенный работающим на водородном топливе гиперзвуковым прямоточным воздушно-реактивным двигателем, в ходе испытательного полета он развил скорость примерно в 11 200 км/ч, что почти в 10 раз превышает скорость звука. Уникальность X-43A заключается в его двигателе, который работает на водородном топливе, используя при этом кислород из окружающего воздуха, что позволяет ему разгоняться до очень высоких оборотов. Специалисты надеются, что эта технология в будущем позволит радикально сократить длительность пассажирских перелетов и существенно удешевит запуск космических аппаратов.

Пока же гиперзвуковая авиация требует колоссальных финансовых вложений. Так, по оценкам американских специалистов, стоимость программы создания двух одноступенчатых летных лабораторных образцов ГЗЛА, способных выходить на опорную орбиту, составит не менее 17 млрд долл. Разработкой боевых гиперзвуковых летательных аппаратов занимаются научные подразделения всех видов вооруженных сил. Причем, учитывая сложность и стоимость таких проектов, с самого начала их реализации проводятся мероприятия по координации ИиР. Работы по созданию гиперзвуковой техники, в первую очередь ударных систем, отличаются умеренно эволюционным подходом и прагматизмом.

Новые двигатели создаются на базе уже имеющихся и частично испытанных компонентов; большинство сверхзвуковых прямоточных ракетных двигателей будут использовать углеводородное горючее, обладающее хорошими эксплуатационными характеристиками, но приемлемое лишь для ракет со скоростью полета до 8М (М – скорость звука).

В частности, в рамках программы ВВС «HyTech» (Hypersonic Technology Program) разрабатывается технология перспективного прямоточного воздушно-реактивного двигателя с горением в сверхзвуковом потоке, который может обеспечить управляемой ракете скорость полета до 8М.

В данное время NASA финансирует несколько программ по созданию гиперзвуковых летательных аппаратов. Ожидается, что к 2025 г. должен быть введен в строй гиперзвуковой бомбардировщик, который сможет обеспечить поддержку войскам США в любой точке земного шара. Согласно техническому заданию он должен обладать скоростью полета свыше 10–20 М и глобальной дальностью полета, нести бомбовую нагрузку до 5,5 т. Разработка ведется в рамках программы Falcon. Чуть ранее должна появиться малоразмерная ракета-носитель SLV (Small Launch Vehicle). Существует еще ряд программ, направленных на разработку и испытание иных видов ГЗЛА. В других странах успехи в этой области не столь значительны.

Отечественная концепция гиперзвуковых самолетов «Аякс», основанная на активном энергетическом взаимодействии ЛА с обтекающим его воздушным потоком, предполагает более полное использование первичной энергии, запасенной на борту в виде химической энергии топлива, что способствует увеличению эффективности термодинамического цикла. В настоящее время основные положения концепции проходят углубленную теоретическую проработку, проводятся также экспериментальные исследования с целью подтверждения новых технических решений, полученных в последние годы.

**Пятое поколение истребителей.** На него возлагают большие надежды, но пока это поколение реактивных самолетов относится к военной авиации. Предполагается, что пятое поколение займет ключевую позицию в линейке перспективных авиаработок. В этом направлении ведущие страны мира

активно работают еще с середины 1970-х гг., но до реального производства дошли только США. Из-за высокой стоимости их производства и оснащения в серию пока запущен только американский F-22.

Пятое поколение отличается: многофункциональностью; малозаметностью самолета в радиолокационном и инфракрасном диапазонах; автоматизированной системой управления, интегрирующей управление самим самолетом и его оружием; сверхманевренностью. Самолет нового поколения должен обеспечивать сверхзвуковой полет на крейсерском режиме, но без соответствующего двигателя эту задачу не решить. Пока ни один из существующих двигателей не способен обеспечить сверхзвуковой полет в бесфорсажном режиме [Кузьменко, 2007].

Как и в случае гиперзвуковой авиации, развитие пятого поколения требует нового уровня технологических решений, включая диагностические комплексы более высокого уровня и новые материалы, которые позволят уменьшить массовые характеристики и повысить эксплуатационные. Опора на технологии 20-летней давности делает разработку нового двигателя неоправданно затратной. Следовательно, необходим значительный качественный скачок в материаловедении и технологиях. Потребуются и новые подходы к проведению испытаний двигателя. Объем расчетов, обеспечивающих доказательств ресурса и надежности двигателя, многократно возрастет.

В России уже создан прототип двигателя пятого поколения – модель 117С. Он выполнен на основе глубокой модернизации двигателя АЛ-31Ф, который давно эксплуатируется и демонстрирует превосходную производительность. По многим показателям он вплотную приближается к характеристикам двигателя пятого поколения. И тем не менее двигатель 117С все же результат модернизации, а не принципиально новой разработки.

На сегодня в мире созданы два двигателя пятого поколения: американские F119-PW-100 для тяжелого истребителя пятого поколения F-22 Raptor и семейство F135 для легкого истребителя пятого поколения F-35 Lightning II.

Работа над пятым поколением предстоит большая, но и перспективы выглядят многообещающими.

## Гражданская авиация

### Тенденции и прогнозы

Гражданская авиация в настоящее время быстрыми темпами интегрируется в международное технологическое пространство.

На мировой рынок авиатехники ежегодно поставляется около 1100-1200 магистральных, региональных и бизнес-самолетов. Объем рынка, составляющего 60-65 млрд долл., распределяется в основном среди четырех ведущих производителей – американской компании Boeing, европей-

ской Airbus, канадской Bombardier и бразильской Embraer. Доля производителей из других стран составляет около 10%. Россия и другие страны СНГ в совокупности производят менее 2% авиатехники гражданского назначения. По оценке компании Forecast International, объем мирового рынка гражданских самолетов за период 2008–2012 гг. составит 549.4 млрд долл. В этот период будут поставлены 6893 единицы [Губарев, Кузьменко, 2008].

Мировой рынок гражданской авиации имеет достаточно высокие перспективы развития в ближайшие 20 лет. По прогнозам экспертов Boeing, объем рынка новых гражданских самолетов в обозначенный период составит 2.6 трлн долл. Усиление конкуренции на рынке приведет к росту объема авиаперевозок.

Сохранится высокий спрос на новые гражданские самолеты. Пониженный расход топлива и увеличенная дальность полета создадут возможность связать беспосадочными маршрутами аэропорты по всему миру.

Ожидается, что новые лайнеры со сниженным уровнем шума и выбросов полностью изменят облик мирового авиапарка. На трансконтинентальных маршрутах будут преобладать широкофюзеляжные самолеты, способные реализовать рациональные частоту и количество беспосадочных рейсов. Большую часть парка самолетов составят узкофюзеляжные лайнеры, которые позволят авиакомпаниям выполнять больше беспосадочных рейсов на внутренних направлениях и международных маршрутах малой протяженности. Тенденции роста объема авиаперевозок, потребности рынка в ближайшие два десятилетия будут практически полностью обеспечиваться за счет узко- и широкофюзеляжных самолетов вместимостью от 100 до 400 пассажиров. Крупнейшим рынком гражданской авиатехники в период до 2025 г. станут страны Азиатско-Тихоокеанского региона.

**В гражданской авиации на глобальном уровне по затратам на исследования и разработки лидируют четыре крупнейших компании – Boeing, Airbus, Embraer и Bombardier. Именно они генерируют основное число инноваций, и определяют параметры «самолета будущего».**

## Исследования и разработки

Гражданская авиация, по сравнению с военной, более открытая сфера, за исключением наиболее инновационных разработок. В последние годы отмечается тенденция роста особо сложных проектов, где объединяются усилия ведущих стран.

Одним из выдающихся проектов стал коллаборативный проект по созданию самолета **Sukhoi Superjet 100 (SSJ)**, в котором ведущая роль принадлежит России. Семейство самолетов Superjet 100 разрабатывается на принципах максимальной унификации агрегатов планера и систем: крыла, оперения, шасси, силовой установки, кабины экипажа, основных самолетных систем и комплектующих изделий. Унификация конструкции позволит повысить экономическую эффективность эксплуатации семейства самолетов при рациональном уровне затрат. Самолет имеет уменьшенный взлетный вес и обеспечивает авиакомпаниям беспрецедентную надежность, более низкие расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание. Он также на 10% эффективнее по расходу топлива в сравнении со своими конкурентами.

### Новое поколение

отличается непревзойденной экономичностью, превосходными летно-техническими характеристиками, уменьшением воздействия на окружающую среду и высочайшим комфортом для пассажиров.

**Boeing-787 Dreamliner** – новейший тип пассажирского самолета популярной серии коммерческих авиалайнеров компании Boeing. В настоящее время завершаются его испытания, проводятся сертификационные полеты, первый из которых состоялся в 2007 г. Начало же серийных поставок запланировано на вторую половину 2009 г.

Самолет будет выпускаться в трех модификациях, способных перевозить от 210 до 330 пассажиров на расстояния от 6,5 до 16 тыс. км и находиться в воздухе без дозаправки до 18 часов. Его максимальная скорость достигает 0,85М, что соответствует наиболее скоростным современным широкофюзеляжным самолетам-аналогам.

Это первый гражданский ЛА, конструкция которого на 50% выполнена с применением композитных материалов. Они обеспечивают монолитность фюзеляжа и крыльев самолета, при этом экономится до 1500 алюминиевых листов и 50 тыс. крепежных деталей на каждый самолет. Как следствие,

значительно уменьшается масса летательного аппарата, что позволяет снизить расход топлива на 20% по сравнению с расходом предыдущих моделей, а грузоподъемность возрастает на 45%.

Boeing-787 будет оснащен новыми турбовентиляторными двигателями GENx компании General Electric, которые на 15% экономичнее существующих образцов и обладают повышенной надежностью. Значительное содержание легких композитных звукоизолирующих материалов обеспечивает низкий уровень шума и повышенную надежность двигателя. В GENx вентилятор создает 90% тяги. Конструкция вентилятора – основная инновация GENx. Благодаря особой конфигурации лопастей, притом что их число уменьшено, вентилятор стал более эффективным. Сами лопасти изготовлены из углеродного волокна, что значительно (на 230 кг) снизило общий вес двигателя. Остальные 10% тяги двигателя обеспечивает внутренний контур двигателя, в струе которого содержатся продукты топлива<sup>3</sup>.

Бортовое радиоэлектронное оборудование Boeing-787 основано на концепции интегрированной модульной авионики с открытой архитектурой, то есть его возможности могут дополняться новыми функциями. Модульность оборудования значительно упрощает его эксплуатацию. Самолет предполагается оснастить системой мониторинга текущего технического состояния, которая в режиме реального времени будет направлять на компьютеры наземных служб информацию о требуемой технической поддержке.

Использование электромеханической тормозной системы вместо гидравлической также предоставляет заметные преимущества, обеспечивая цифровой контроль и мониторинг, уменьшенный вес, повышенную надежность. Отсутствие гидравлической тормозной жидкости позволяет избежать риска ее утечки, снижая, таким образом, пожароопасность.

Другая новинка – система поддержания оптимальной температуры, давления и влажности в салоне. В современных лайнерах салоны обогреваются теплом работающих двигателей, что приводит к значительному снижению влажности воздуха. На Dreamliner двигатели лишь вырабатывают электричество для салонных обогревателей, которые обеспечивают требуемую температуру и влажность в салоне. Повышенной комфортабельности пассажиров способствуют также широкие проходы и сиденья, крупные иллюминаторы и ряд других удобств [Воротников, Юлаев, 2007].

По разным оценкам, стоимость нового лайнера будет достигать 140–160 млн долл. в зависимости от модификации. При этом, по словам представителей компании, затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание нового Боинга будут на 30% ниже, чем для действующих моделей аналогичного класса<sup>4</sup>.

Основным конкурентом новой модели Boeing-787, как ожидается, станет **Airbus A-350** – пер-

<sup>3</sup> Двигатель нового Боинга-787 (Dreamliner): техническое совершенство. <http://www.energyland.info/analytic-show-9683>.

<sup>4</sup> См.: [www.boeing.com](http://www.boeing.com).

спективный дальнемагистральный широкофюзеляжный авиалайнер. Конструкция этого самолета, как и Boeing-787, будет более чем на 50% выполняться из композитных материалов. А-350 планируется выпускать в трех модификациях, рассчитанных на перевозку от 270 до 350 пассажиров. Самолет будет иметь новые крылья из композиционных материалов, одинаковые для всех трех модификаций. Площадь крыла составит 443 м<sup>2</sup> – это самое большое крыло из когда-либо созданных для однопалубного самолета. Дальность полета всех трех авиалайнеров составит более 15 тыс. км. Первый испытательный полет А-350 намечен на 2011 г., а в коммерческую эксплуатацию его планируют ввести в 2013 г.<sup>5</sup>

Что касается рынка узкофюзеляжных средне- и короткомагистральных самолетов, рассчитанных на перевозку 110–200 пассажиров, то в настоящее время его занимают в основном лайнеры семейств А-320 и Boeing-737. Но в большинстве случаев их использование на маршрутах регионального значения представлялось не вполне эффективным. Так, в США в 2005–2006 гг. узкофюзеляжные лайнеры в 65% случаев отправлялись в рейс менее чем с сотней пассажиров на борту. В условиях высоких цен на топливо это подрывало рентабельность авиакомпаний и породило спрос на более компактные и экономичные воздушные суда. Первой на этот вызов отреагировала бразильская авиастроительная компания Embraer, выпустившая два года назад целое семейство реактивных региональных самолетов под общим названием **E-jets**. Самые вместительные лайнеры этой продуктовой линейки – E-190 и E-195 – рассчитаны соответственно на 100 и 110 пассажиров.

Вслед за Embraer новый быстрорастущий сегмент рынка стал осваивать и его главный конкурент – Bombardier, который уже сегодня выпускает линейку самолетов среднемагистральных региональных самолетов **CSeries**<sup>6</sup> для ближнемагистральных и региональных авиалиний. Продукция нового поколения компании Bombardier, состоящая из экономичных реактивных самолетов CRJ700/CRJ900/CRJ1000, с вместимостью от 110 до 135 посадочных мест, становится основой парков многих авиакомпаний в разных странах мира. Самолеты нового семейства отличаются непревзойденной экономичностью, превосходными летно-техническими характеристиками, уменьшением воздействия на окружающую среду и высочайшим комфортом для пассажиров.

Программа по созданию Bombardier CRJ1000 была начата в феврале 2007 г., а первый испытательный полет успешно прошел в 2008 г. Расходы на эксплуатацию CRJ1000 NextGen на 15% меньше, чем у ближайшей конкурирующей модели, следовательно, на сегодняшний день он представляется наиболее оптимальным для обслуживания региональных маршрутов средней протяженности. Новый самолет поступит в эксплуатацию во втором полугодии 2009 г.

## Интеграция

военных и гражданских технологий делает наиболее значимые разработки доступными одновременно для двух категорий потребителей.

### Технологии двойного назначения

Как уже говорилось, авиационные технологии, изначально разработанные для военных целей, в настоящее время все чаще находят применение в гражданском секторе, и наоборот. Подобную интеграцию военных и гражданских технологий, когда наиболее значительные нововведения и изобретения становятся доступными одновременно для военных и гражданских потребителей, можно рассматривать как процесс создания «**двойных инноваций**».

Большинство мировых достижений последнего десятилетия в авиа- и ракетостроении связано с реализацией проектов, осуществляемых предприятиями ОПК совместно с научными институтами. Созданные при этом «**двойные технологии**» нашли впоследствии широкое применение в гражданском секторе экономики. Подобная стратегия инновационного развития имеет безусловные преимущества, поскольку экономит средства на ИиР и позволяет избежать «дублирования» новейших разработок, создает благоприятные условия для обмена опытом и технологиями между военными и гражданскими секторами промышленности.

Подобная политика активно практикуется в США. Наиболее яркие примеры – развитие сети Интернет, широкое применение беспилотных летательных аппаратов в различных областях, а также система глобального ориентирования. Телекоммуникационная система Intelsat, включающая более 50 спутников, также была создана по заказу военных.

От политики изолированного развития военного сектора отказался и Китай, рассекретив в течение последнего десятилетия более 2200 оборонных разработок с целью их использования в гражданских отраслях промышленности. Сформированы единая технологическая и патентная базы всех высокотехнологичных ИиР, проводимых в стране. Реализуются программы «868» и «Факел», предполагающие развитие технологий двойного назначения.

Реализация инновационной политики большинства развитых стран в последние годы обрела гибкую сетевую структуру, в которую входит ряд центров с различными формами собственности и смешанным финансированием. Более того, в США, например, военно-техническая политика де-факто является формой эффективного проведения инновационной. Так,

<sup>5</sup> <http://www.airbus.com/en/aircraftfamilies/a350/>.

<sup>6</sup> <http://www.eliteair.ru/info/bombardier.shtml>.



в 1990 г. Министерство обороны США профинансировало развитие 32 критических технологий, 75% которых имело «двойное назначение». Американская экономика, естественно, получила при этом определенное инновационное ускорение. DARPA играет роль своеобразного глобального «депозитария» новых идей и финансирует высокорискованные проекты, от которых отказывается большинство федеральных ведомств и частных корпораций. Основной критерий такой инвестиционной политики – ориентация на научное превосходство и наличие «прорывных» инноваций в технологиях «двойного назначения». Эффективный опыт управления DARPA стремится перенять и Европейское оборонное агентство [Пора выработать психологию победителя, 2007].

Технологическая база оборонного сектора может стать ядром для дальнейшего развития промышленно-инновационной политики. Внедрение «технологий двойного назначения» из ОПК в различные отрасли промышленности происходит прежде всего в сфере наукоемкого и высокотехнологичного производства. Ракетно-космическая промышленность обладает одним из самых высоких инновационных потенциалов. Так, сегодня космический сектор развивает коммерческие услуги, которые могут стимулировать развитие авиации. К ним в первую очередь следует отнести вывод на орбиту спутников по заказу частных организаций, а в ближайшем будущем – и летательных аппаратов с космическими туристами на борту. Для их вывода в околоземное космическое пространство потребуются специальные самолеты-носители.

В общей сложности к 2015 г. доля гражданской продукции, выпускаемой предприятиями РКП, составит около 40% от общего объема производства.

Большинство экспертов указывает на необходимость эффективного взаимодействия оборонных предприятий с научно-исследовательскими организациями для скорейшего перехода инновационных разработок от стадии военных ИиР к внедрению в гражданский сектор. Только за последние четыре года в результате сотрудничества ФГУП «ВИАМ» с 20 институтами РАН проведено более 100 совместных научно-технических работ, усовершенствовано около 30 авиационных материалов, созданы новые методики программного обеспечения процессов их получения [Поспелова, 2007]. Благодаря сложившимся научно-техническим связям исследования в области, например, силансановых эластомеров, проведенные Институтом элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова, позволили создать уникальные по деформационным свойствам составляющие. Производство на их основе гибкой керамики привело к организации принципиально новых подходов в конструкции высокоэффективных систем охлаждения турбинных лопаток в авиадвигателестроении. Результатом партнерства ФГУП «Салют» и Института структурной макрогенетики стала разработка новых технологий получения материалов на основе самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, что позволит решить ряд задач в авиадвигателестроении. По оценкам экспертов, доля гражданской продукции в российском ОПК к 2015 г. составит более 60%.

## Новейшие технологические тенденции: нанорурень

Как было отмечено выше, новый уровень развития авиации в будущем могут обеспечить только принципиально новые технологии, так как традиционные уже исчерпали себя, дальнейшее их использование дает незначительные результаты при существенных затратах. В этом плане нанотехнологии открывают практически бесчисленные возможности для развития авиации. Они позволят перейти к принципиально новым концепциям летательных аппаратов.

В перспективе летательные аппараты будут оснащаться множеством нанодатчиков, снимающих в полете информацию об обтекающем воздушном потоке. После ее обработки бортовым компьютером наноактиваторы, воздействуя на поток, будут изменять в нужную сторону условия внешней аэродинамики. Это беспрецедентно повысит эффективность и надежность самолетов. Особые достижения при использовании нанотехнологий прогнозируются в области прочности летательных аппаратов. Будут создаваться т.н. «самозалечивающиеся конструкции» из структурированных композиционных материалов с вкрапленными наночастицами, обеспечивающими затягивание возникающих трещин. Самая большая проблема в создании таких материалов – обеспечение их однородности и, соответственно, стабильности свойств.

К примеру, на основе нанотехнологий в ближайшие 10 лет станет возможным создание антиобледенительных покрытий, повышение безопасности полетов в 6-8 раз, снижение расходов топлива на десятки процентов, повышение экологичности и комфорта.

**Представляем основные области применения нанотехнологий в авиастроении:**

Материалы
сверхлегкие, сверхпрочные, коррозионно-, износо- и термостойкие
жаропрочные конструкционные, позволяющие одновременно снизить массу и габариты конструкций
адаптивные, в том числе с памятью форм
гидрофобные и самоочищающиеся, снимающие проблему обледенения
Мембраны и покрытия
бездефектные поверхностные слои из наноструктурированных материалов, наносимые в зонах концентрации механических напряжений с целью повышения прочности, долговечности и выносливости конструкций
антибактериальные покрытия и конструкции материалов (внутренние полости топливных баков, трубопроводов, различных поверхностей, а также элементов летательного аппарата, подверженных биологической коррозии)
микро- и нанопористые мембраны для термомолекулярных насосов
покрытия для снижения видимости в радиолокационном диапазоне и создание систем ИК-камуфляжа
Клеи, лаки, смазки
электропроводящие клеи, краски, новые виды смазок для двигателей и опорно-поворотных устройств, понижающие коэффициент трения

**В ближайшие 10 лет**

нанотехнологии позволят создать антиобледенительные покрытия для летательных аппаратов, повысить безопасность полетов в 6-8 раз, снизить расход топлива на десятки процентов, повысить экологичность.

С помощью нанотехнологий могут производиться востребованные авиапромом композитные материалы, гальванические покрытия, антистатические покрытия, клей-герметики.

Сегодня для авиации особую актуальность приобрели новые композитные материалы. Ту-204 стал первой моделью, изготовленной в значительной степени из композитных материалов. Использование композитов значительно облегчает конструкцию и на порядок увеличивает ресурс узлов и агрегатов. В авиалайнере Ту-214 около 25% всей конструкции выполнены из композитных материалов, а в новейшем Boeing-787 Dreamliner – 50%.

Новые самолеты «Сухой Superjet» и МС-21 будут содержать значительно больше по сравнению с Ту-214 композитных материалов, на них планируется установить так называемое «черное крыло», все элементы конструкции которого будут сделаны из углеродного композита.

Помимо композитных материалов в авиастроении используются покрытия из нанокерамики, которые находят применение более чем в 150 областях: это и валы пропеллеров, и телескопические перископы и т.д. Нанокерамика используется везде, где необходимы водонепроницаемость и защита от коррозии. Новый материал гораздо жестче обычной керамики и не столь ломок.

С помощью наноструктур ученым удалось втрое повысить жесткость материалов, созданных на основе обычного карбида кремния. Уже появилось покрытие для прозрачных полимерных поверхностей, состоящее из наночастиц в растворе, которое в несколько раз увеличивает прочность пластика. На пластиковой поверхности они образуют сверхтвердую пленку, которая защищает не только от биологических и химических агентов, но и от попадания пули.

Военные самолеты предполагается оснастить специальной «электромеханической краской», которая позволит им менять цвет, подобно хамелеону, а также предотвратит коррозию и сможет «затягивать» мелкие повреждения на корпусе машины. «Краска» будет состоять из большого количества наномеханизмов, которые обеспечат выполнение всех вышеперечисленных функций. Также с помощью системы оптических матриц исследователи стремятся достичь эффекта невидимости самолета [Нанотехнологии в современных системах вооружения, 2007]. Это всего лишь начало большой нано-эпохи в авиационной индустрии.

## Для авиации НАНОИНДУСТРИЯ сегодня разрабатывает:

**композитные материалы**  
**гальванические покрытия**  
**антистатические покрытия**  
**клей-герметики**



# ФУТУРОЛОГИЯ

**Летательные аппараты в перспективе будут классифицироваться по иным принципам. Уйдет в прошлое разделение на «самолеты», «вертолеты», «планеры». Появятся новые модели, которые смогут интегрировать функции и одних, и других, и третьих в зависимости от разных параметров.**

## Концепции летательных аппаратов будущего

Если формирующийся ландшафт новой авиации со сложными технологическими узлами можно сложить из фрагментов наполовину виртуальной мозаики, то уровень «за горизонтом» – более эфемерное пространство, которое представляет несомненную ценность как резервуар перспективных идей и вдохновения для создания последующих поколений летательных аппаратов. Мы попытались не обойти вниманием и это креативное пространство, футурологический ряд, который подчас оказывает прямое влияние на обозримое будущее. В авиации это особенно актуально, так как сегодняшние ставшие уже «обычными» самолеты возникли из «необычных» идей прошлого.

В настоящее время существует богатая библиотека фантастических и футурологических материалов, в рамках данной статьи охватить их не представляется возможным. Мы остановимся только на самых, на наш взгляд, примечательных концепциях, отражающих наиболее реалистичное представление о будущем.

В свете растущей озабоченности общества экологическими проблемами и существенным влиянием на нее авиакосмической техники летательный аппарат будущего видится авиаконструкторам прежде всего «зеленым»: малошумным, с минимумом выбросов, гибким в отношении оформления интерьера, с повышенным комфортом и суперэкономичным. Так, в случае распространения альтернативного вида топлива на основе водорода самолеты станут более объемными.

Другая актуальная задача, решение которой может существенно повысить возможности сверхзвуковой авиации, – заметное уменьшение негативного эффекта, оказываемого ударной звуковой волной, который сравним со взрывом. Последние исследования показывают, что уровень звукового удара можно снизить примерно до 15 Па. Для сравнения: 100 Па – звуковое давление, оказываемое работающим двигателем Ту-144. Уже сегодня существует возможность ограничить интенсивность звукового удара 65 децибелами, что соответствует незначительному хлопку. Эти параметры – возможная основа для будущих нормативов по звуковым ударам, которые нигде в мире пока не приняты. Они появятся, скорее всего, к 2011 г. [Ячменникова, 2008].

Идея о «сверхвысотном» самолете всегда вдохновляла многие поколения специалистов на освоение нового уровня высот. Сегодня это все еще

серьезный вызов. Считается, что наибольшим потенциалом для ответа на него обладает концепция **баллистического ракетоплана**.

До настоящего времени ни один пилотируемый самолет не поднимался выше 40 км, так как для полета обычного самолета необходима аэродинамическая подъемная сила, создаваемая потоками воздуха на несущих поверхностях – крыльях, которые обязательны для всех летательных аппаратов аэродинамического типа. Величина аэродинамической подъемной силы зависит от плотности окружающего воздуха. Для подъема самолета на большую высоту необходим принципиально иной характер полета, в данном случае – без опоры на воздух. В настоящее время верхние слои атмосферы освоены искусственными спутниками Земли и баллистическими ракетами, которые не нуждаются в крыльях. Сила притяжения Землей искусственного спутника уравнивается центробежной силой, возникающей при его быстром вращении вокруг планеты.

Явное превосходство баллистических ракет по высоте и скорости полета натолкнуло конструкторов на создание концепции новых пилотируемых самолетов, обладающих большой скоростью и высотой полета, основанных на достижениях современной ракетной техники и авиации.

Баллистический ракетоплан сможет развивать во время полета гиперзвуковую скорость, до 20 тыс. км/час и более, которые недоступны для современных реактивных самолетов. По дальности полета он способен превзойти обычную баллистическую ракету.

По мнению отдельных экспертов, летательные аппараты в перспективе будут классифицироваться по иным, нежели сегодня, принципам, разделение на «самолеты», «вертолеты», «планеры» и др. уйдет в прошлое. Новые модели будут сочетать в себе функции и тех, и других, и третьих в зависимости от многих факторов (дальности полета, условий местности приземления, целевого назначения и т.д.).

В данное время ведется разработка отдельных инновационных технологических решений по оснащению будущих авиаработок. Примером могут служить **биомиметические технологии** или самовозрождающиеся системы. Рассмотрим несколько примеров.

**Система синтетического видения** может применяться в самолетах индивидуального пользования. Она передаст наиболее сложные и опасные функции



из рук пилота под ответственность электронной «нервной системы» машины. Управлять ею будет не сложнее, чем автомобилем. Система позволит пилоту получить полное представление об окружающей обстановке, даже если полет происходит в тумане, в облаках и темноте. Если сегодня на мониторах можно видеть лишь данные о высоте, курсе и скорости полета, то в новую разработку войдут блоки, сообщающие о присутствии в непосредственной близости других летательных аппаратов и отображающие компьютеризованную картину окружающего ландшафта, которая, независимо от условий видимости, дает ясное представление о положении самолета. При вводе координат пункта назначения на дисплее отобразится виртуальный маршрут – трехмерное «шоссе в небесах», которого пилоту остается придерживаться.

В рамках биомиметических технологий рассматривается и другая перспективная технология – **система самовосстановления**. Ее суть – в подражании природным процессам. В будущем разработка позволит машинам самим «заботиться» о своем состоянии самыми изощренными методами. Система сможет подробно и квалифицированно рассказать о проблеме и ее решении. Самолет, оценив опасность ситуации, может, к примеру, сообщить пилоту, сколько времени осталось в его распоряжении, прежде чем неисправность перерастет в критическую, и предоставит список ближайших аэродромов, где имеется возможность совершить посадку и получить техническую помощь.

Наиболее популярная идея – **трансформирующийся самолет**. Если удастся разработать соответствующую решению этой задачи технологию, самолет сможет плавно менять форму, непрерывно поддерживая оптимальный аэродинамический режим. Он будет гибко адаптироваться к внешней аэродинамике, непрерывно меняя форму крыльев и управляющих плоскостей, а также тягу своего двигателя. Такая трансформация крыла открывает возможность использовать один самолет в различных целях [Wise, 2008].

Ключевую роль в разработке принципиально новых систем для летательных аппаратов будут играть **когнитивные технологии**. Технические решения, принятые на их основе, позволят управлять самолетом путем синтеза электронного оборудования с человеческим мозгом. В данное время рассматри-

## Идея

о «сверхвысотном» самолете всегда вдохновляла многие поколения специалистов на освоение нового уровня высот.

вается возможность появления систем, в которых человеческие мысли будут считываться автоматически в запоминающее устройство компьютера, формируя основу для принятия решений.

Подобную идею писатели-фантасты развивали с начала прошлого столетия, пытаясь описать будущего пилота, соединенного с самолетом в единую систему [Toffler, 1970]. Сегодня появились реальные предпосылки, что в будущем благодаря развитию нанобиотехнологий пилот сольется с машиной в полном симбиотическом смысле этого слова. Возможно, это произойдет благодаря непосредственному взаимодействию компьютера и человеческого мозга. Уже обсуждается возможность создания специальных систем, которые позволят автоматически считывать человеческие мысли в запоминающее устройство компьютера, формируя основу для принятия решений.

Мы представили лишь малую часть разработок, приоткрывающую процесс генерации элементов будущей авиации. В рамках данной статьи не представляется возможным охватить все существующие и перспективные разработки, способные со временем кардинально изменить как облик летательных аппаратов, так и структуру самой отрасли. Тем не менее мы постарались зафиксировать основные тенденции и направления развития авиации.

Можно заключить, что современная авиация находится в некотором промежуточном состоянии. Уже просматриваются новые образы следующих поколений летательных аппаратов, но «пересечь» на них пока невозможно из-за того, что необходимы принципиально новые технологические решения. Другими словами, авиация ждет существенного качественного скачка в материаловедении и технологиях производства двигателей, крыльев и т.п. И, что особенно важно, требуются нестандартно мыслящие новаторы, которые, собственно, и способны обеспечить такой качественный скачок. F

Toffler A. Future Shock. New York: Random House, 1970.

Wise J. Introducing the Airplane of the Future // Popular Mechanics. 2006. №8.

Авдеев Ю. «Дальники»: между прошлым и будущим // Красная звезда, 4 мая 2007 г.

Воротников Э., Юлаев А. На новый «Боинг-787» собрали с миру по нитке // Комсомольская правда, 11 июля 2007 г.

Гаравский А. Нужна ли России гиперзвуковая «Игла»? // Красная Звезда, 24 апреля 2004 г.

Губарев В., Кузьменко А. Международное научно-производственное сотрудничество в российском авиастроении // Авианепанорама. 2008. №3. URL: <http://www.avia.ru/press/12521/>.

Кузьменко М. Создание двигателя пятого поколения – задача, технически более сложная, чем разработка нового самолета / Интерфакс – Агентство военных новостей. 2007. URL: <http://www.militarynews.ru/excl.asp?ex=21>

Нанотехнологии в современных системах вооружения, часть II: сегодня // Tiniel, 2007.

Пора выработать психологию победителя // Военно-промышленный курьер. 2007. №12(178), 28 марта–3 апреля. С. 9.

Поспелова О. НИОКР – перспективный двигатель ОПК. 27.11.2007. URL: <http://www.salut.ru/ViewTopic.php?Id=574>

Табачук И., Ташкеев Л. Угрозы с предельно малых высот // Воздушно-космическая оборона. 2007. URL: <http://www.vko.ru/DesktopModules/Articles/ArticlesView.aspx?tabID=320&ItemID=46&mid=2891&wversion=Staging>

Фролов Н. Необходима единая система борьбы с воздушным противником // Воздушно-космическая оборона. 2007. № 3 (34). С. 38.

Чельцов Б. Ответы угрозам будущего // Воздушно-космическая оборона. 2007. № 3 (34). С.13-18.

Ягольников С., Нестеров С., Ковалев С., Скородумов И. Видимость «невидимок» // Воздушно-космическая оборона. 2007. № 3 (34).

Ячменникова Н. Перегрузка для «Суперджета» // Российская газета. 9 декабря 2008 г.