

ГЛОБАЛЬНЫЕ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ ДЛЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ, АВИАСТРОЕНИЯ И АВИАЦИОННОЙ НАУКИ**Софья Михайловна РОЖДЕСТВЕНСКАЯ^а, Владислав Валерьевич КЛОЧКОВ^б***^а начальник отдела методического и нормативного обеспечения, ФГБУ НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского», Жуковский, Московская область, Российская Федерация
rozhdestvenskayasm@nrczh.ru^б доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономической динамики и управления инновациями, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, Российская Федерация
vlad_klochkov@mail.ru

* Ответственный автор

История статьи:

Принята 06.09.2016

Принята в доработанном виде 10.10.2016

Одобрена 28.10.2016

Доступна онлайн 27.02.2017

УДК 338.2

JEL: F01, F64, L52, L93, O32

Аннотация**Предмет.** В работе проводится системный анализ ключевых глобальных и национальных вызовов для российского и зарубежного воздушного транспорта и для российского авиастроения. Формулируются возможные стратегические направления развития российского авиастроения и задачи для отечественной авиационной науки.**Цели.** Определение требований к перспективной авиационной технике (вплоть до конкретных диапазонов целевых значений ее технических характеристик), позволяющей обеспечить решение ключевых глобальных и национальных задач в области развития воздушного транспорта.**Методология.** При описании текущего состояния российского авиастроения, в том числе авиационной науки, были использованы принципы SWOT-анализа. Для расчета потребных характеристик перспективной авиационной техники определенных классов использовалось экономико-математическое моделирование.**Результаты.** Выявлено различие проблем развития гражданской авиации, актуальных для стран с низкой (Россия) и высокой (ЕС, США) доступностью воздушных перевозок и интенсивностью воздушного движения. Показано, каким образом сложившиеся условия влияют на возможные стратегические направления развития российской авиационной промышленности и каким критериям должна удовлетворять новая техника, чтобы стать конкурентоспособной на мировом рынке.

С учетом перспектив развития авиационной промышленности сформулированы и обоснованы генеральные цели и для авиационной науки. Подчеркнуто, что сложившаяся ситуация технологического разрыва создает для прикладной науки не только вызовы, но и шансы для осуществления рывка в развитии. Описаны сильные стороны российской авиационной науки и способы, с помощью которых эти шансы могут быть реализованы: применение достижений фундаментальной науки, межотраслевая интеграция технологий.

Выводы и значимость. Специфика национальных вызовов, стоящих перед российской гражданской авиацией и авиационной промышленностью, определяет необходимость разработки уникальных технологий, удовлетворяющих противоречивым требованиям, не характерным для авиации развитых стран. Это является благоприятной возможностью для российской прикладной авиационной науки.**Ключевые слова:**

гражданская авиация, авиастроение, прикладная наука, развитие, вызовы, научно-технический задел

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2016

Введение

В условиях сокращения возможностей государственного бюджета, усиления глобальных политических и экономических противоречий требуется обеспечить высокое качество стратегического планирования развития высокотехнологичных и наукоемких отраслей российской экономики, среди которых авиастроение занимает особое место. Оно обеспечивает обороноспособность и суверенитет страны, причем не только в части военной продукции. «Санкционные войны» 2014–2016 гг. показали, что необходим и технологический

суверенитет в области разработки и производства сложной продукции гражданского назначения. Российское авиастроение должно играть более значительную роль как в обеспечении высоких доходов, вклада высокотехнологичных производств в ВВП и занятости квалифицированных кадров, так и в решении масштабных социально-экономических и инфраструктурных проблем Российской Федерации, обеспечении национальной безопасности в долгосрочной перспективе. И российская авиационная наука призвана обеспечить для этого решающую компоненту – научно-технический задел.

В основе развиваемого нами подхода к стратегическому планированию – концепция вызовов, которые, с одной стороны, порождают проблемы, но с другой – открывают новые возможности. Развитие авиации, а также мировой экономики и общества порождает системные проблемы и вызовы для авиастроения, ответом на которые должны быть в том числе новые технологии, разрабатываемые авиационной наукой. При этом, строго говоря, глобальные угрозы развитию гражданской авиации и авиационной промышленности сами по себе не являются угрозами непосредственно для авиационной науки. Напротив, угрозы для авиационной промышленности нередко являются благоприятными возможностями для авиационной науки, которая может решить критические проблемы авиастроения, предложив новые технологические решения в ответ на описанные вызовы.

В статье предлагается следующий методологический подход. Проводится анализ вызовов, с которыми сталкивается как мировая авиация, так и российская (в силу страновой специфики). При этом в качестве генеральных целей развития авиационной промышленности и гражданской авиации рассматриваются именно цели государственного, а не корпоративного уровня, то есть учитываются именно национальные, а не ведомственные или коммерческие интересы. Кроме того, выявляются ключевые специфические проблемы, которые испытывает российская авиапромышленность. Наличие соответствующих экономико-математических моделей позволяет определить не только качественные, но даже количественные, хотя и приближенные, требования к характеристикам перспективной авиационной техники и, в конечном итоге, к уровню совершенства необходимых технологий, которые предстоит разработать прикладной авиационной науке.

Также целесообразен SWOT-анализ собственно российской авиационной науки, поскольку от ее состояния и способности решать задачи создания научно-технического задела зависит будущее и российский авиастроения и связанных с ним отраслей экономики.

Глобальные вызовы для мировой гражданской авиации

Рост интенсивности воздушного движения в некоторых регионах мира подошел к пределам, обусловленным пропускной способностью аэропортов и воздушного пространства, что

требует новых подходов к организации воздушного движения и технологий, позволяющих радикально повысить его интенсивность без ущерба безопасности полетов (рис. 1). Дальнейшее увеличение пассажирооборота мирового воздушного транспорта может в перспективе ограничиваться объемами различных используемых авиацией ресурсов, а также создавать неприемлемо высокую нагрузку на окружающую среду. Новые технологии требуются для разрешения противоречий между ростом авиационной подвижности и ресурсными, экологическими ограничениями, требованиями обеспечения безопасности¹.

Современный воздушный транспорт обладает высокой уязвимостью к военным и террористическим угрозам, традиционные пути борьбы с которыми существенно снижают качество и доступность авиаперевозок: требуются технологии досмотра и контроля пассажиров и грузов, позволяющие без внешнего вмешательства выявлять потенциально опасные ситуации. Усиление террористических и иных угроз может привести к ужесточению регулирования в области использования авиации общего назначения, роботизированных авиационных систем².

По мере учащения природных и техногенных катастроф может потребоваться авиационная техника, устойчивая к воздействию неблагоприятных природно-климатических факторов, включая извержения вулканов, изменения состава атмосферы и т.п. В целом остается актуальным достижение реальной всепогодности применения авиации, расширение условий базирования и безопасной эксплуатации авиационной техники различного назначения и классов.

Необходимое в перспективе радикальное повышение скорости дальних и сверхдальних перевозок требует перехода к сверх- и гиперзвуковым скоростям, что вступает в противоречие с обеспечением приемлемых уровней безопасности полетов и экологического воздействия авиации на окружающую среду. Разрешение этого противоречия также представляет собой существенный вызов для авиационной науки.

¹ Global Air Navigation Plan, Doc 9750 AN/963, 4th Ed. In: Montréal, International Civil Aviation Organization, 2013. 128 p.; Challenges of Growth 2013. In: European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL), 2013. 36 p.

² Flightpath 2050 – Europe's Vision for Aviation. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 28 p.; Strategic Research and Innovation Agenda. Vol. 1. Ensuring Safety and Security. In: Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe (ACARE), 2012. 152 p.

Национальные вызовы для российской гражданской авиации

Прежде всего в России, по сравнению с наиболее экономически развитыми регионами мира – Северной Америкой, Евросоюзом, – низка авиационная подвижность населения и доступность услуг воздушного транспорта на фоне большой протяженности территории страны. «Традиционная» авиация, услуги которой доступны 80–90% населения США и ЕС, в России удовлетворяет потребности в дальних перевозках не более 15–20% жителей страны. На рис. 2 показана аппроксимация кривой распределения населения России по доходам, построенная по данным Госкомстата за 2015 г. Горизонтальными линиями отмечены оценки уровней среднедушевого дохода, при которых российские потребители имеют возможность совершать дальние поездки и выбирают в качестве основного транспорта поезд и самолет, и соответствующие этим уровням доли населения, полученные с помощью модели, приведенной в работе [1]. Видно, что пассажиры «переключаются» с поезда на самолет при уровне дохода около 55 тыс. руб. в месяц, который имеет приблизительно 20% населения.

Трансформация авиатранспортной системы при переходе к рыночной экономике привела к деградации маршрутной сети, в результате которой в России ослаблены межрегиональные авиаперевозки. Преобладают перевозки через Московский и несколько других крупнейших авиаузлов, что приводит к существенному снижению качества авиатранспортного обслуживания страны³ (рис. 3).

Специфика территории нашей страны состоит, во-первых, в значительной удаленности центров субъектов Российской Федерации друг от друга, что требует обеспечения дальности полета воздушных судов (ВС) региональной авиации, сравнимой с дальностью полета среднемагистральных ВС. Во-вторых, даже несмотря на возможное возрождение сети региональных перевозок большинство межрегиональных маршрутов характеризуется сравнительно малыми пассажиропотоками. Для обеспечения приемлемой частоты рейсов желательна малая вместимость ВС – порядка 30–70 кресел. Кроме того, качество авиатранспортных услуг на этих маршрутах не должно уступать качеству магистральных

авиаперевозок, в связи с чем крейсерская скорость региональных ВС также должна быть сравнима с крейсерской скоростью магистральных ВС. В-третьих, большинство региональных центров имеют аэропорты невысокого класса (от 3-го по отечественной классификации), и ВС должны иметь взлетно-посадочные характеристики, позволяющие эксплуатировать их в этих аэропортах.

Если в странах – лидерах мирового гражданского авиастроения (США, ЕС) одна из важнейших проблем состоит в повышении интенсивности воздушного движения, исчерпаниии пропускных способностей авиаузлов и т.п., то в Российской Федерации около 2/3 территории относится к отдаленным, труднодоступным и малонаселенным регионам (рис. 4 с иллюстрацией распределения плотности населения России). В этих регионах в силу малой плотности населения, сложных природно-климатических условий, с одной стороны, авиация часто является безальтернативным видом транспорта и средством обеспечения транспортной связности территории, а с другой – функционирование воздушного транспорта существенно затруднено⁴. Летательные аппараты, работающие на местных воздушных линиях, должны иметь возможность совершать взлет и посадку на грунтовые или необорудованные площадки. Также они должны быть приспособлены к круглогодичной эксплуатации в любых погодных условиях, в особенности в высоких широтах. Поскольку бесперебойную связь труднодоступных населенных пунктов со средними или крупными авиационно-техническими базами обеспечить сложно, ВС местных линий должны обладать возможностью автономного технического обслуживания и ремонта.

Без государственной поддержки доступность и качество авиатранспортных услуг в таких регионах остаются неприемлемо низкими, фактически наступает деградация авиатранспортной системы. Снижение эксплуатационных расходов в авиаперевозках в отдаленных регионах может быть достигнуто за счет использования местных, а не привозных, топливных ресурсов – перспективные ВС должны обладать технической возможностью работать на альтернативном топливе. Требования к ВС местных линий, выполнение которых обеспечивает приемлемое качество перевозок,

³ Балашов В.В., Смирнов А.В., Цейтлина Т.О. Исследование сети магистральных авиалиний России // Научный Вестник МГТУ ГА. 2013. № 190(4). С. 16–21; Кауркина О.А., Лесничий И.В., Самойлов В.И. Развитие региональных авиаперевозок в Российской Федерации // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2010. № 2(311). С. 21–25.

⁴ Кауркина О.А., Лесничий И.В., Самойлов В.И. Развитие региональных авиаперевозок в Российской Федерации // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2010. № 2(311). С. 21–25; Фридлянд А.А., Мордасов О.Д. Прогноз парка региональных воздушных судов // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2013. № 3(314). С. 113–120.

формируются так же, как аналогичные требования к региональным ВС. Маршруты местных линий, в особенности в Сибири и на Дальнем Востоке, обладают значительной протяженностью – до нескольких сотен километров, соответственно, крейсерская скорость движения также должна быть высокой. Пассажиропоток на местных линиях еще менее значителен, чем на региональных. Поэтому приемлемая частота рейсов обеспечивается за счет малой пассажироместности ВС (чаще всего рассматриваются концепции двухмоторных ЛА на 9–19 пассажиров, позволяющих совершать полеты по авиационным правилам АП-23).

Итак, обеспечение высоких доступности и качества авиатранспортного обслуживания отдаленных, труднодоступных и малонаселенных регионов при соблюдении высоких стандартов безопасности и экологической чистоты является специфическим вызовом для отечественной авиационной науки.

Ключевые вызовы для российского авиастроения

Современное положение российского авиастроения характеризуется следующими особенностями. В гражданском секторе, несмотря на техническое перевооружение производства и разработку новых образцов, находящихся на мировом уровне по своим технико-экономическим, экологическим и другим показателям, отрасль испытывает проблемы с обеспечением рентабельных объемов производства [2]. Экономически обоснован выход на мировой рынок, поскольку емкости российского рынка гражданских ВС недостаточно для обеспечения рентабельности разработки и производства современных образцов авиационной техники⁵. При малой серийности, во-первых, значительные постоянные издержки, связанные с разработкой научно-технического задела и затем отработкой образца и технологической подготовкой производства, распределяются на слишком малое число выпущенных изделий. Во-вторых, не проявляются в достаточной степени эффекты обучения, значимые в авиационной промышленности и позволяющие уменьшить себестоимость производства при увеличении объема выпуска [3]. На рис. 5 приведена зависимость средних издержек на производство единицы авиационной техники от накопленного

⁵ Геворкян А.М., Минаев Э.С., Карасева А.А. и др. Экономика и организация производства летательных аппаратов: учебн. пособие. М.: Машиностроение, 1995. 168 с.; Саркисян С.А., Старик Д.Э. Экономика авиационной промышленности: учебник. М.: Высшая школа, 1985. 320 с.

объема ее выпуска на примере широкофюзеляжного самолета, полученная с помощью модели, приведенной в работе [1].

При этом для данного класса ВС внутренний спрос в России за весь жизненный цикл может не превысить 100–200 ед., что соответствует левой части графика и обуславливает 1,5–2-кратный проигрыш в себестоимости зарубежным конкурентам, работающим на глобальном рынке. В то же время затруднения с проникновением российского авиастроения на новые рынки или возвращением на ранее утраченные рынки обусловлены объективными экономическими факторами. Авиационная техника относится к изделиям длительного пользования, период эксплуатации коммерческих ВС составляет 20 и более лет. Кроме того, помимо самих ВС, их эксплуатация обеспечивается развитой сервисной и логистической инфраструктурой, системой подготовки персонала и т.п. В связи с этим весьма сильна инерция заказчиков в выборе поставщиков гражданских ВС. И для выхода на новые или возвращения на утраченные рынки недостаточно лишь достичь паритета с мировыми лидерами в уровне технико-экономических, экологических и других показателей.

Необходимо достичь прорывного уровня превосходства отечественных изделий, при котором потребители были бы заинтересованы в немедленном их приобретении, даже при наличии изделий конкурентов, обладающих значительным запасом долговечности⁶. Для этого полная стоимость летного часа нового типа изделий (включая амортизацию) должна быть ниже операционных затрат изделий старого поколения, поскольку затраты на приобретение последнего понесены авиакомпанией ранее и не играют роли в настоящем. Для примера на рис. 6 показана верхняя граница области параметров (цены ВС и часового расхода топлива в крейсерском режиме), которыми должен обладать перспективный узкофюзеляжный самолет для того, чтобы при его выходе на рынок авиакомпании были заинтересованы в досрочной замене современных ВС зарубежного производства при различных ценах на топливо (ГСМ), а также проектные характеристики самолета МС-21-300 (количественные оценки получены в статье [4]).

⁶ Самойлов В.И., Бородин М.А., Самойлов И.А., Лесничий И.В. Прогнозирование развития российского авиарынка // Сборник научных трудов ГосНИИ ГА. 2003. № 1; Самойлов В.И., Нечаев П.А. Конкурентоспособность гражданских самолетов. Интегральная оценка: учеб. пособие / под ред. проф. П.А. Нечаева. М.: МАИ, 2004. 82 с.; Самойлов В.И., Бородин М.А., Самойлов И.А. Методика оценки конкурентоспособности гражданских самолетов // Сборник научных трудов ГосНИИ ГА. 2003. № 1.

Специфика текущего момента инновационно-технологического развития мирового авиастроения состоит в том, что достичь такого прорывного превосходства в рамках традиционных технологических и конструктивных решений практически невозможно – пределы совершенствования современных технологий в гражданском авиастроении близки к исчерпанию, о чем свидетельствуют тренды основных технико-экономических, экологических и др. показателей авиационной техники. Сложилась ситуация так называемого *технологического разрыва*, когда возможности совершенствования известных технологий практически исчерпаны, а кардинально новые технологии еще не определены – имеется лишь ряд технологий-кандидатов, эффективность которых еще не известна достоверно⁷ [5].

На рис. 7 и 8 представлены значения удельного расхода топлива⁸ и амортизационных затрат (в расчете на пассажиро-километр) среднемагистральных пассажирских самолетов семейства Boeing-737 (США), разработанных на протяжении нескольких последних десятилетий. Несмотря на общее наименование, в это семейство входят, фактически, изделия трех поколений. Наиболее раннее поколение, введенное в эксплуатацию в начале 1970-х гг., представлено модификацией Boeing-737-200 Advanced. Следующее поколение (737 Classic), представленное модификациями 737-300, -400 и -500, появилось на мировом рынке в середине-конце 1980-х гг. И, наконец, наиболее современное поколение (737 Next Generation), включающее в себя модификации 737-600, -700 и -800, предлагается заказчикам с конца 1990-х гг. Амортизационные затраты в данном случае характеризуют стоимость изделий авиационной техники, а их динамика косвенно определяет затраты на разработку и производство новых типов изделий.

Видно, что удельный расход топлива снижается убывающим темпом, а темп роста соответствующей ставки амортизационных затрат, напротив, увеличивается, что свидетельствует о достижении верхнего участка очередной S-образной кривой технологического развития.

В условиях исчерпания возможностей достижения прорывного превосходства в части экономических

⁷ Нижнегородцев Р.М. Основы теории инноваций: учеб. пособие. М.: Доброе слово, 2011. 88 с.

⁸ Основное внимание уделяется расходу топлива, поскольку топливные затраты являются важнейшей составляющей эксплуатационных затрат в гражданской авиации. Соответственно, совершенствование гражданской авиатехники идет главным образом по пути улучшения топливной экономичности.

характеристик ведущими факторами конкурентной борьбы на глобальном рынке гражданской авиационной техники становятся экологические характеристики и технологии, направленные на повышение безопасности полетов. Причем, вклад авиации в общий объем вредных выбросов и другие виды вредного экологического воздействия на окружающую среду не превышает нескольких процентов и пренебрежимо мал на фоне прочих отраслей экономики. Однако необходимость экологических улучшений декларируется ведущими авиастроительными державами и соответствующими авиационными властями в целях стимулирования спроса на авиационную технику и усиления конкурентных позиций. При этом активно используются политические инструменты, наднациональные международные институты⁹. В целом мировой рынок гражданской авиационной техники подвержен сильным политическим рискам.

Для российского авиастроения теоретически возможно и даже желательно открытие новых емких рыночных ниш, позволяющих не только избежать прямой конкуренции с нынешними мировыми лидерами рынка гражданской авиационной техники, но и удовлетворить новые потребности в услугах авиации – либо потребности новых категорий потребителей (как в России, так и за рубежом – и в развивающихся странах, и в наиболее развитых). Подобным образом достигалось бы не только улучшение конкурентных позиций отечественного авиастроения, но и решение актуальных задач социально-экономического развития страны и ее регионов, отраслей национальной экономики, укрепления общественной и государственной безопасности и т.п. Однако для решения таких задач также требуется создание научно-технического задела, позволяющего эффективно и безопасно освоить новые ниши рынков авиационной техники и производимых с ее помощью услуг.

В военном секторе авиационной промышленности также назрела смена технологических укладов, связанная с радикально возрастающей ролью беспилотных авиационных систем, сетцентрических принципов управления и ведения боевых действий, освоением гиперзвуковых скоростей, внедрением воздушно-космических летательных аппаратов, возможно – с развитием вооружений и средств поражения, основанных на новых (для данной отрасли) физических принципах [6].

⁹ Клинский Б., Назаренко Ю. К вопросу об антропогенном изменении климата и о проблемах с Монреальским и Киотским протоколами // Двигатель. 2005. № 6.

Таким образом, основным вызовом настоящего момента для авиастроения – причем, не только российского, но и мирового – является исчерпание пределов совершенствования ныне применяемых технологий и необходимость преодоления технологического разрыва (положение российского авиастроения усугубляется тем, что именно в этот период оно вынуждено выходить на новые или ранее утраченные рынки). Для авиационной науки это означает необходимость создания научно-технического задела, достаточного для достижения радикального улучшения доступности, безопасности, экологичности, качества авиаперевозок и авиационных работ, расширения их номенклатуры.

Угрозы, благоприятные возможности, сильные и слабые стороны российской авиационной науки

Таким образом, ключевые вызовы для российской авиационной науки, развития технологий в авиастроении тесно связаны с ключевыми вызовами для российской авиационной промышленности, но не дублируют их. Специфические для России вызовы открывают перед отечественной авиационной наукой дополнительные возможности их успешного преодоления благодаря созданию соответствующих технологий [7].

В целом благоприятные возможности создания прорывных технологий и преодоления технологического разрыва в авиастроении (как для мировой, так и для российской авиационной науки) связаны с использованием достижений фундаментальной науки, применением принципов межотраслевой интеграции технологий. Вероятно применение в авиастроении для реализации инновационного прорыва современных достижений фундаментальных наук, а также новых технологий из тех областей науки и техники, которые традиционно не относились к авиации, а именно:

- источников энергии, средств ее хранения и преобразования;
- систем управления, в том числе с применением элементов искусственного интеллекта;
- новых конструкционных материалов и методов их производства и обработки;
- методов управления течениями жидкостей и газов и т.д.

В принципе, благоприятные возможности преодоления сложившегося на данный момент

технологического разрыва перед российской авиационной наукой открывает значительный научный потенциал отечественной фундаментальной науки, способной создавать новые знания о природе и формулировать новые физические и иные естественнонаучные принципы. В то же время использовать эти потенциальные благоприятные возможности станет возможным лишь при условии более активного и системно организованного взаимодействия фундаментальной и прикладной науки.

Угрозы развитию авиационной науки и технологий в Российской Федерации связаны прежде всего с неустойчивым объемом финансирования науки (по причине сокращения возможностей государственного бюджета), неопределенностью долгосрочной стратегии развития российской авиационной промышленности (в частности, перспективных модельных рядов интегрированных структур), существенной подверженностью стратегий и планов политическим рискам.

В России существуют общие страновые угрозы развитию науки в целом, в том числе авиационной, вызванные общей правовой неурегулированностью положения прикладной науки, ее роли и места в жизненном цикле технологий и наукоемкой продукции, полномочий и ответственности по отношению к организациям промышленности и фундаментальной науки [8]. В настоящее время идет процесс реформирования законодательного регулирования сферы науки и технологического развития в России, в результате которого ожидается формирование более благоприятной институциональной среды для научной, научно-технической и инновационной деятельности в стране.

К угрозам развитию российской авиационной науки (конкретнее – ее кадровому потенциалу) также можно отнести реформирование высшего образования. Угрозы воспроизводству материально-технической базы российской авиационной науки (экспериментальной, стендовой, полигонной базы) создает сложившаяся напряженная внешнеполитическая ситуация, в частности введение санкций и эмбарго на поставку высокотехнологичного оборудования (в особенности, двойного назначения), ослабление рубля по отношению к зарубежным валютам и сокращение покупательной способности научных организаций на соответствующих рынках.

В то же время специфические (страновые) угрозы развитию науки и технологий в российском авиастроении зачастую связаны со слабыми

сторонами отечественной авиационной науки в ее сложившемся состоянии. Неспособность российских научных организаций по причине методологической и организационной слабости количественно обосновать эффективность разрабатываемых технологий, их вклад в достижение генеральных целей государства в области авиационной деятельности; оценить достигнутый уровень готовности технологий, риск их применения, уровень их интеграции, временные и другие ресурсы, необходимые для завершения разработки технологий; сформировать интегрированный научно-технический задел, пригодный к применению при создании новых образцов авиационной техники с приемлемым уровнем инновационного и технического риска приводит к снижению устойчивости финансирования авиационной науки, а также к низкой эффективности соответствующих затрат со стороны государства (для частных инвесторов данная сфера тем более остается категорически непривлекательной).

Этими же слабыми сторонами российской авиационной науки обусловлена и еще одна существенная угроза ее развитию. Сложившаяся в последнее время в российском авиастроении тенденция к возобновлению (а в силу утраты компетенций – фактически к освоению) производства ранее разработанных образцов авиационной техники как в гражданском, так и в военном сегментах сокращает востребованность новых технологий в отечественном авиастроении. При этом решения о возобновлении производства ранее разработанных образцов вместо создания принципиально новых принимаются в том числе по причине высокого риска недостижения целевого уровня характеристик в заданные сроки, недостаточности научно-технического задела.

Кратко можно охарактеризовать указанные слабые стороны российской авиационной науки как отсутствие эффективной системы управления созданием научно-технического задела.

К сильным сторонам отечественной авиационной науки можно отнести до сих пор высокий уровень квалификации исследователей и развитую систему подготовки кадров.

Такие меры, как реформирование общей институциональной среды регулирования в сфере науки и технологий, а также создание эффективной системы управления в авиационной науке, позволят:

1) устранить большую часть угроз развитию науки и технологий в авиастроении;

2) эффективно использовать сильные стороны отечественной авиационной науки;

3) реализовать благоприятные возможности развития науки и технологий для улучшения экономического положения российского авиастроения и решения с помощью авиации масштабных социально-экономических, оборонных, экологических и других проблем.

Выводы

В настоящее время одним из основных глобальных вызовов для мировой гражданской авиации является повышение качества услуг воздушного транспорта, их безопасности, обеспечение приемлемого уровня вредного воздействия авиации на окружающую среду в условиях увеличивающихся пассажиропотоков. В то же время для многих развивающихся стран, в число которых входит и Российская Федерация, существуют национальные вызовы: необходимость повышения доступности авиаперевозок для населения, обеспечения транспортной связности государства.

Из-за низкой емкости внутреннего рынка продаж гражданских магистральных и региональных воздушных судов российским предприятиям авиационной промышленности сложно обеспечить высокие объемы выпуска и, соответственно, рентабельность производства, ориентируясь лишь на отечественных потребителей. Это требует либо выходить на глобальные рынки – возможно, не участвуя при этом в прямой конкуренции с производителями-лидерами, – либо искать специфические потенциально емкие рыночные ниши внутри страны. Кроме того, в силу назревшей смены технологических укладов в авиастроении, требуются качественно новые технические решения и создание опережающего научно-технического задела для применения его в будущих поколениях летательных аппаратов.

Особенности национальных вызовов, характерные для российской авиации, диктуют необходимость поиска отечественной наукой новых технологий, позволяющих одновременно удовлетворить следующим противоречивым требованиям, предъявляемым к перспективной авиационной технике:

- для воздушных судов местных линий пассажироплотностью 9–19 мест: расширенные условия базирования (взлетно-посадочные характеристики, позволяющие использовать грунтовые посадочные площадки; возможность безопасной круглогодичной и круглосуточной эксплуатации в высоких

широтах; возможность автономного технического обслуживания и ремонта; возможность использования местных топливных ресурсов) и высокие показатели скорости, комфорта и топливной экономичности в крейсерском полете;

- для региональных воздушных судов: показатели скорости, комфорта и топливной экономичности в крейсерском полете, а также дальности полета, приближающиеся к уровню среднемагистральных воздушных судов, при меньшей (порядка 30–70 мест) пассажироместности и взлетно-посадочных характеристиках, позволяющих использовать аэродромы 3 класса.

Что касается разработки технологий для создания нового поколения магистральных воздушных судов, то участие российской авиационной науки возможно и целесообразно в рамках международной кооперации. Полностью

самостоятельная разработка научно-технического задела для создания изделий такого класса возможна при наличии «прорывных» решений, позволяющих преодолеть технологический разрыв.

Источниками новых технологий могут стать достижения фундаментальной науки, а также межотраслевая интеграция – применение в авиации существующих идей и решений из других отраслей промышленности. При этом в силу значительной неопределенности результатов и высокорискового характера научно-исследовательских работ, направленных на разработку прорывных технологий, необходима развитая система стратегического и тактического управления этими работами: прогнозирования, целеполагания и оценки влияния технологий на достижение целей развития авиации, контроля, координации деятельности различных областей авиационной науки.

Рисунок 1

Интенсивность воздушного движения в Европе в будний день в рабочее время

Figure 1

Intensity of air traffic in Europe during business hours



Источник: URL: <http://flightradar24.com>

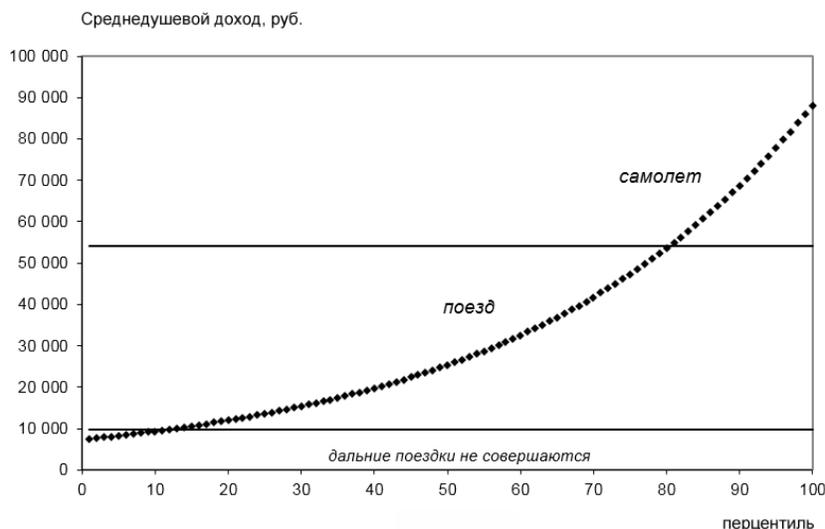
Source: Available at: <http://flightradar24.com>

Рисунок 2

Распределение населения Российской Федерации по доходам (аппроксимация) и оценка доступности различных видов транспорта в дальнем пассажирском сообщении на 2015 г.

Figure 2

Breakdown of the population of the Russian Federation by income (approximation) and evaluation of the affordability of different transportation modes offered as part of long distance passenger service for 2015



Источник: данные Росстата

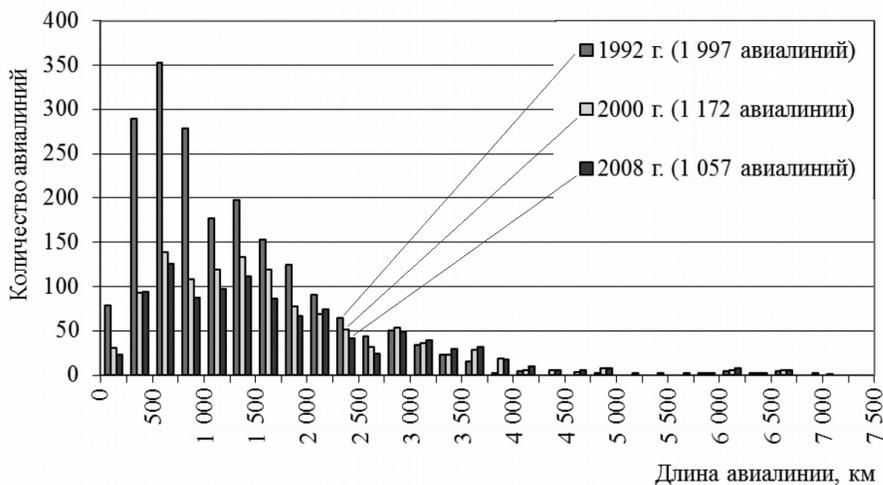
Source: Rosstat

Рисунок 3

Изменение структуры сети российских авиалиний с 1992 по 2008 г.

Figure 3

Changes in the structure of the Russian airlines network within 1992–2008



Источник: Балашов В.В., Смирнов А.В., Цейтлина Т.О. Исследование сети магистральных авиалиний России // Научный Вестник МГТУ ГА. 2013. № 190(4). С. 16–21; Кауркина О.А., Лесничий И.В., Самойлов В.И. Развитие региональных авиаперевозок в Российской Федерации // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2010. № 2(311). С. 21–25

Source: Balashov V.V., Smirnov A.V., Tseitlina T.O. [Study into Russia's trunk air routes]. *Nauchnyi vestnik MGTU GA = Scientific Bulletin of MSTU GA*, 2013, no. 190, pp. 16–21. (In Russ.); Kaurkina O.A., Lesnichii I.V., Samoilov V.I. [Development of regional air flights in the Russian Federation]. *Nauchnyi vestnik GosNII GA = Scientific Bulletin of GosNII GA*, 2010, no. 2, pp. 21–25. (In Russ.)

Рисунок 4

Плотность населения Российской Федерации на 01.01.2013, чел./ км²

Figure 4

Density of population of the Russian Federation as of January 1, 2013, inhabitants per square km



Источник: данные Росстата

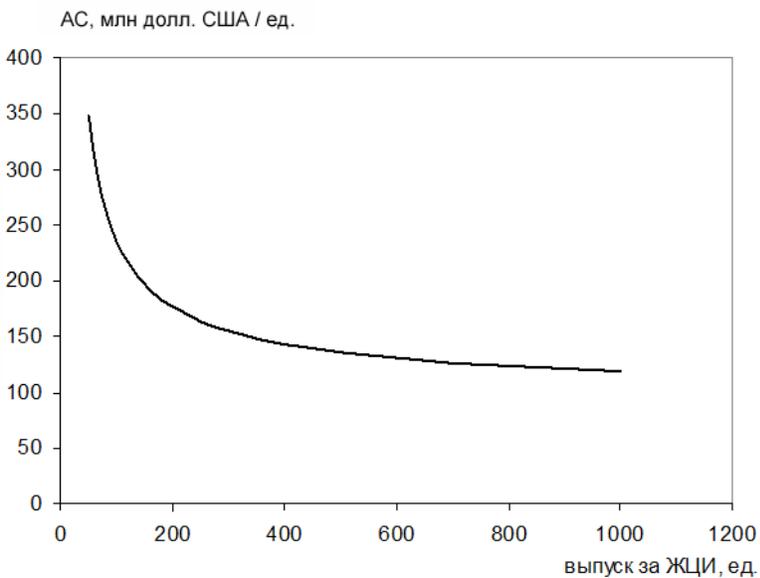
Source: Rosstat

Рисунок 5

Зависимость средней себестоимости разработки и производства единицы авиационной техники от накопленного объема выпуска этой техники (пример)

Figure 5

Correlation of the average cost of development and production of unit aviation equipment and the accumulated output of such equipment, an example



Источник: [1]

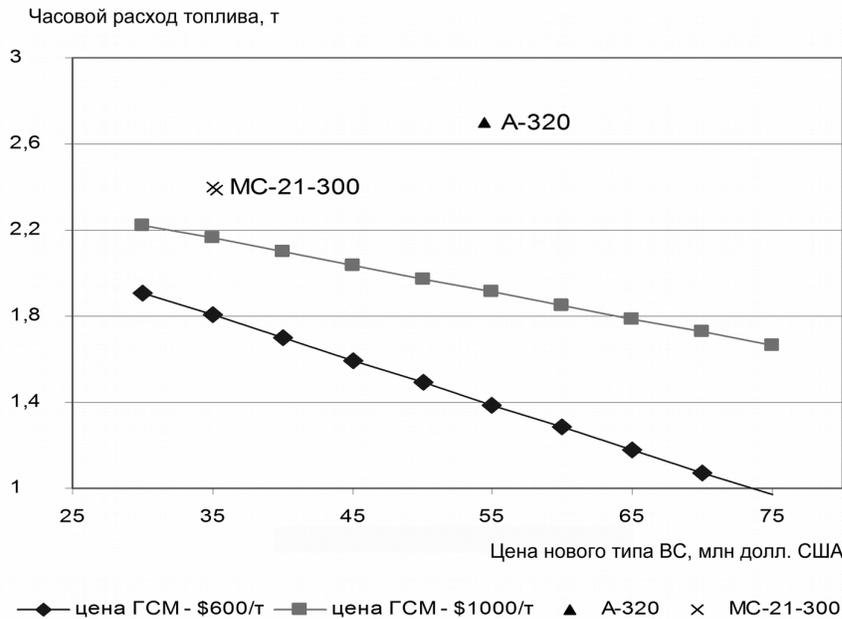
Source: [1]

Рисунок 6

Область параметров, характеризующих продукт гражданского авиастроения, «прорывной» по сравнению с самолетами Airbus A320

Figure 6

Scope of parameters of a civil aviation engineering product deemed as a 'breakthrough' as compared with Airbus A320



Источник: [6]

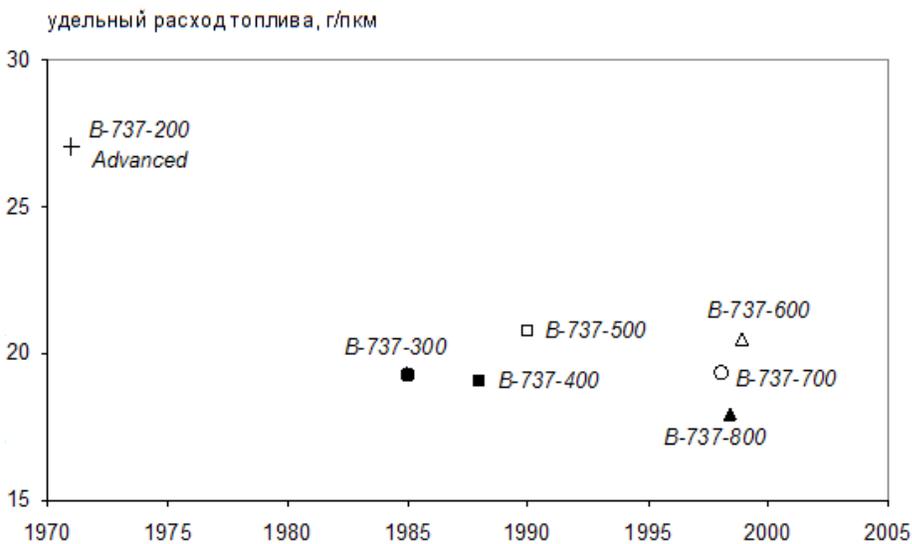
Source: [6]

Рисунок 7

Динамика изменения удельного расхода топлива самолетов семейства Boeing-737 в 1970–2005 гг.

Figure 7

Trends of changes in specific fuel consumption of the Boeing-737 series in 1970–2005

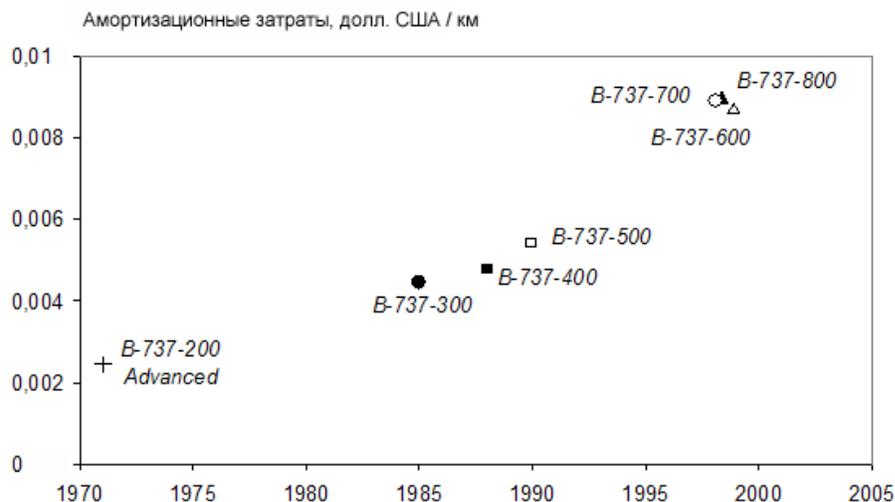


Источник: составлено авторами

Source: Authoring

Рисунок 8

Динамика изменения ставки амортизационных затрат самолетов семейства Boeing-737 в 1970–2005 гг.

Figure 8**Trends of changes in the depreciation rate applicable to the Boeing-737 series in 1970–2005**

Источник: составлено авторами

Source: Authoring

Список литературы

1. Клочков В.В. Управление инновационным развитием гражданского авиастроения. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. 280 с.
2. Колтаков С.К. История авиационной промышленности России. В кн.: «История новой России. Очерки, интервью». В 3 т. / под общ. ред. П.С. Филиппова. СПб: Норма, 2011.
3. Wright T.P. Factors Affecting the Cost of Airplanes // *Journal of Aeronautical Sciences*. 1936. Vol. 3. Iss. 4. P. 122–128.
4. Мантуров Д.В., Клочков В.В. Методологические проблемы стратегического планирования развития российской авиационной промышленности // *Труды МАИ. Электронный журнал*. 2012. № 53. URL: <http://mai.ru/science/trudy/published.php?ID=29364>.
5. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВладДар, 1993. 310 с.
6. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. Тверь: Купол, 2009. 624 с.
7. Авиационная наука и технологии 2030. Форсайт, основные положения. М.: Изд-во ЦАГИ, 2012. 190 с.
8. Мединец С.Н., Егоров А.К., Овечкин Ю.В. Решение актуальных вопросов развития нормативно-правового и нормативно-технического обеспечения жизненного цикла авиационной техники // *Полет. Общероссийский научно-технический журнал*. 2014. № 4. С. 17–23.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

GLOBAL AND NATIONAL CHALLENGES FOR CIVIL AVIATION, AIRCRAFT INDUSTRY AND AERONAUTICAL SCIENCESof'ya M. ROZHDESTVENSKAYA^a, Vladislav V. KLOCHKOV^{b,*}^a National Research Center Zhukovsky Institute, Zhukovsky, Moscow Oblast, Russian Federation
rozhdestvenskayasm@nrczh.ru^b V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
vlad_klochkov@mail.ru

* Corresponding author

Article history:Received 6 September 2016
Received in revised form
10 October 2016
Accepted 28 October 2016
Available online
27 February 2017**JEL classification:** F01, F64,
L52, L93, O32**Keywords:** civil aviation,
aircraft industry, applied science,
development, challenges, S&T
capacity**Abstract****Importance** The research presents a systems analysis of key global and national challenges to the Russian and foreign air transport and the Russian aircraft engineering. The article formulates possible strategical paths for developing the Russian aircraft engineering and goals of the national aviation science.**Objectives** We set up requirements to powerful aviation equipment that would allow for implementing key global and national objectives in air transport.**Methods** Describing the current state of the Russian aircraft engineering and aviation science, we used principles of SWOT analysis. To assess requirements to powerful aviation equipment, we applied economic and mathematical modeling.**Results** We identified the difference between development of civil aviation in countries with low and high affordability of air flights and intensity of air traffic. The article demonstrates how the existing conditions influence possible strategies for development of the Russian aircraft industry and what criteria new equipment should meet to become competitive in the global market. Considering scenarios of the aviation industry development, we formulated and substantiated general goals for aviation science as well. The article describes strengths of the Russian aviation science and methods to bring existing opportunities into life.**Conclusions and Relevance** Considering the specifics of challenges to the Russian civil aviation and aircraft engineering, it is necessary to devise unique technologies that would satisfy contradictory requirements, which are not typical of aviation in advanced nations. This is a favorable opportunity for the Russian applied aviation science.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2016

References

1. Klochkov V.V. *Upravlenie innovatsionnym razvitiem grazhdanskogo aviastroeniya* [Management of innovative development of civil aircraft engineering]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 2009, 280 p.
2. Kolpakov S.K. *Istoriya aviatsionnoi promyshlennosti Rossii. V kn.: Istoriya novoi Rossii. Ocherki, interv'yu. V 3 tomakh* [The history of aviation industry in Russia. In: History of new Russia. Essays, interviews. Three volumes]. St. Petersburg, Norma Publ., 2011.
3. Wright T.P. Factors Affecting the Cost of Airplanes. *Journal of Aeronautical Sciences*, 1936, vol. 3, iss. 4, pp. 122–128.
4. Manturov D.V., Klochkov V.V. [Methodological issues and strategic planning of the Russian aircraft engineering development]. *Trudy MAI. Elektronnyi zhurnal*, 2012, no. 53. (In Russ.) Available at: <http://mai.ru/science/trudy/published.php?ID=29364>.
5. Glaz'ev S.Yu. *Teoriya dolgosrochnogo tekhniko-ekonomicheskogo razvitiya* [The theory of long-term technical and economic development]. Moscow, VlaDar Publ., 1993, 310 p.
6. Burenok V.M., Ivlev A.A., Korchak V.Yu. *Razvitiye voennykh tekhnologii XXI veka: problemy, planirovaniye, realizatsiya* [Development of military technologies of the 21st century: issues, planning, implementation]. Tver, Kupol Publ., 2009, 624 p.

7. *Aviatsionnaya nauka i tekhnologii 2030. Forsait, osnovnye polozheniya* [Aviation science and technologies – 2030. Foresight. General Principles]. Moscow, TsAGI Publ., 2012, 190 p.
8. Medinets S.N., Egorov A.K., Ovechkin Yu.V. [Addressing current issues of developing the regulatory, legislative and technical framework of life cycle of aviation equipment]. *Polet. Obshcherossiiskii nauchno-tekhnicheskii zhurnal = Flight. Russian Scientific and Technical Journal*, 2014, no. 4, pp. 17–23. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.