

К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Леонид Борисович СОБОЛЕВ

доктор технических наук, профессор кафедры экономической теории,
Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет) (МАИ),
Москва, Российская Федерация
sobolevLB@yandex.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 7442-7216

История статьи:

Рег. № 65/2021
Получена 08.02.2021
Получена в
доработанном виде
20.02.2021
Одобрена 10.03.2021
Доступна онлайн
28.05.2021

УДК 378.014

JEL: G34, L19, L93,
O33, O57

Аннотация

Предмет. Статья продолжает дискуссию о методике подготовки инженеров, в частности авиационных специальностей, для работы в военном и гражданском сегментах авиационной и ракетно-космической отрасли. Фактический провал проекта «прорывного» регионального лайнера SSJ100, задержка в выводе в серийное производство нового гражданского лайнера МС-21 показывают, что относительный паритет в военном авиастроении не гарантирует конкурентоспособности гражданских проектов. Это связано с тем, что оба сегмента авиационной отрасли все больше различаются на всех этапах жизненного цикла от проектирования до утилизации. Известно, что новые российские гражданские самолеты более чем наполовину комплектуются зарубежными системами, включая двигатели и авионику, что ставит на повестку дня вопрос импортозамещения из-за проблем, связанных с себестоимостью, обслуживанием и поставками комплектующих двойного назначения. Импортозамещение невозможно без повышения конкурентоспособности не только всех авиационных систем, но и качества подготовки инженеров в российских технических вузах.

Цели. Совершенствование механизма подготовки российских инженеров для работы в конкурентной рыночной среде на основе анализа опыта подготовки авиационных инженеров в ведущих зарубежных технических университетах.

Методология. Сравнительный анализ выполнения крупных проектов в военном и гражданском сегментах авиастроения в США и России, а также программ подготовки авиационных инженеров в обеих странах.

Результаты. Анализ показал, что длительность выполнения современных крупных военных авиационных проектов в обеих странах по длительности совпадает (по стоимости такое сравнение невозможно из-за закрытости данных в России), в то время как в гражданском сегменте авиастроения отставание России является существенным как по длительности выполнения проектов, так и по результатам. Одна из причин видится в слабой подготовке авиационных инженеров для работы в конкурентной среде.

Ключевые слова:

военные и гражданские авиационные проекты, технический университет, научно-исследовательская работа, реформирование, подготовка преподавательских и научных кадров

Выводы. Сделан вывод о необходимости реформирования авиационных университетов России в плане соответствия мировым трендам на многодисциплинарность, дифференциацию финансирования и научно-исследовательской базы.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2021

Для цитирования: Соболев Л.Б. К вопросу о совершенствовании подготовки авиационных инженеров // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2021. – Т. 20, № 5. – С. 865 – 885. <https://doi.org/10.24891/ea.20.5.865>

Введение

Наше исследование посвящено анализу связи качества инженерного образования в России и относительной неразвитости гражданского высокотехнологичного сектора российской экономики [1, 2]. Не является исключением и гражданское авиастроение. Одним из направлений реформирования аэрокосмических университетов России (в особенности имеющих статус национальных исследовательских университетов) может стать разделение гражданских и военных учебных и научно-исследовательских программ, усиление кафедр фундаментальных (физика, химия) и прикладных (робототехника, электроника, «зеленая» энергетика и др.) наук, где у России имеется заметное отставание. Стратегической целью подобного реформирования должно стать усиление конкурентного потенциала российских аэрокосмических университетов на рынке образовательных услуг, соответствие международным трендам реформирования высшего технического образования, занятие более высоких позиций в международных рейтингах [3].

Несмотря на национальные особенности трех основных моделей развития систем высшего технического образования (американской, западноевропейской и азиатской), можно выделить общие особенности проводимых в последние десятилетия реформ: многодисциплинарность крупных университетов, высокий уровень и инновационность проводимых научных исследований, многообразие источников финансирования, поддержка со стороны государства и бизнеса [4–6].

Для российской системы высшего технического образования представляется целесообразным разделение программ подготовки инженеров военного и гражданского профилей из-за все больших различий в проектировании, производстве, обслуживании и системе продаж продукции военного и гражданского назначения на протяжении жизненного цикла продукта. Кроме того, приходится учитывать санкции со стороны США и других западных стран, которые время от времени вводятся не только в отношении российских производителей военной техники, но и НИИ и даже технических университетов¹. Кроме того, подобное разделение программ обучения будет способствовать более точному определению спроса на специалистов высшей квалификации и облегчит выбор специальности для абитуриентов, поступающих в аэрокосмические университеты.

О необходимости тесной связи промышленности, науки и университетов уже сказано достаточно много. Промышленность формирует спрос на специалистов высшей квалификации, определяет содержание учебных программ и тематику

¹ Минторг США опубликовал список компаний из России, попавших под новые санкции. URL: <https://www.znak.com/2020-12-22>; США отменили санкции в отношении Рособоронэкспорта, МАИ и университета Менделеева. URL: <https://www.newsru.com/world/22may2010/mai.html>

исследований в НИИ и научных лабораториях университетов. Эта тематика должна совместно финансироваться государственными организациями, включая Министерство обороны Российской Федерации, промышленными компаниями в виде контрактов на проведение научно-исследовательских работ и научными фондами. Практические результаты в виде патентов, ноу-хау и лабораторных макетов передаются заказчикам, а статьи и диссертации, написанные по результатам этих работ, являются основанием для присуждения кандидатских (магистерских) и докторских степеней, приглашения на должности профессоров (доцентов) и научных сотрудников в университеты и научно-исследовательские центры корпораций.

Различия в жизненных циклах военной и гражданской авиационной техники

Рассмотрим различия в длительности проектирования и сертификации военной и гражданской авиационной техники на примере США и России. Очевидно, что эти различия проявляются в других центрах проектирования и производства авиационной техники (Евросоюз, Великобритания, Китай, Япония, Канада).

Во-первых, при разработке военных самолетов используются новейшие технологии (сверхзвуковой крейсерский полет, малозаметность, сверхманевренность и т.д.), которые не нужны в гражданских воздушных судах. При разработке гражданских самолетов используются в основном проверенные технологии, а к применению инноваций в области материалов и новых систем подталкивает сильная международная конкуренция.

Во-вторых, большинство новых военных самолетов являются многоцелевыми, причем каждая цель ставит свою уникальную задачу при проектировании и испытаниях. По этой причине военным авиационным инженерам требуется почти в четыре-пять раз больше времени на разработку нового самолета и больше знаний в смежных областях науки и техники. В противоположность этому коммерческие самолеты разрабатываются для выполнения единственной цели – безопасной перевозки пассажиров и грузов. Кроме того, вследствие высокой конкуренции на рынках гражданской авиации производители гражданских самолетов должны тесно сотрудничать с потенциальными покупателями (авиакомпаниями) и проводить маркетинговые исследования в целях поиска ниши для своей продукции.

В-третьих, закупки военной техники определяются военными бюджетами стран – производителей военной техники и их экспортными возможностями. По данным ведущей аналитической компании Teal Group (*рис. 1*) относительная доля выручки от продаж гражданской авиационной техники растет быстрее спроса на военную авиационную технику благодаря более высокому спросу на пассажирские и грузовые авиаперевозки, опережающему рост мирового валового продукта и военных бюджетов большинства стран. Этот факт определяет рост частных инвестиций в НИОКР и производство гражданской авиационной техники, в то

время как основным инвестором производителей военной продукции остается государство в лице Министерства обороны Российской Федерации.

В-четвертых, еще одно принципиальное различие в жизненных циклах военных и гражданских самолетов касается системы заказов, продаж и послепродажного обслуживания, которые радикально различаются для обоих сегментов.

В-пятых, продажи военной авиационной техники на международных рынках ограничены политическими мотивами: эта техника обычно продается союзным или нейтральным государствам, в то время как продажи гражданских самолетов определяются спросом со стороны компаний-авиаперевозчиков и подчинены правилами ВТО.

В-шестых, военная и гражданская авиационная техника имеет различные неценовые факторы спроса. Например, наблюдающееся в последнее время усиление международной напряженности вызвало небольшой рост военных расходов и увеличение спроса на военную технику². На продажи коммерческих самолетов повлияла атака международного терроризма 11 сентября 2001 г. в США и пандемия COVID-19³.

Длительность выполнения военных авиационных программ США и России

Рассмотрим проблему сроков разработки военных самолетов пятого поколения в США и России. В 1981 г. минобороны США сформулировало требования к новому многофункциональному истребителю, который должен был прийти на смену самолетам предыдущего поколения (F-15, F-16 и F-18). В истребитель предлагалось заложить все новейшие технологии, включая новые авиадвигатели, передовую авионику, а также малозаметность для радаров. В 1986 г. был объявлен конкурс на проект многофункционального истребителя, в котором приняли участие ведущие производители военной авиационной техники США: Lockheed, Boeing, General Dynamics и Northrop. К 1990 г. были представлены два прототипа, получившие названия YF-22 и YF-23. Победителем в конкурсе на разработку многофункционального истребителя минобороны США объявило компанию Lockheed.

Новый самолет получил название F-22 и по совокупности характеристик знаменовал переход к пятому поколению истребителей. Серийное производство самолета началось в 2001 г., то есть с момента начала проектирования прошло 20 лет. Первый самолет пятого поколения F-22 стал одним из самых дорогих истребителей, стоящих на вооружении. Себестоимость производства одного самолета оценивалась в 146,2 млн долл., а полная цена с учетом всех косвенных

² Deloitte 2020 Global Aerospace and Defense Industry Outlook.
URL: <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/manufacturing/articles/global-a-and-d-outlook.html>

³ Влияние пандемии коронавируса на авиастроительную отрасль.
URL: <https://avianews.info/vliyanie-pandemii-koronavirusa-na-aviastroitelnyuyu-otrasl/>

затрат и при ожидаемом объеме производства – 350 млн долл. Такая высокая себестоимость явилась главной причиной многократного сокращения объемов закупки данного самолета (из первоначально запланированных 750 ед. за все время производства минобороны США закупило всего 187) и отказа союзников США покупать эту машину.

Тогда был объявлен новый тендер. Перед разработчиками второй версии самолета пятого поколения военное ведомство США поставило задачу снижения стоимости и расширения понятия «многофункциональность». Теперь многофункциональность предполагала возможность использования одного типа самолета не только в качестве разведчика, истребителя и бомбардировщика, но также применение его в различных родах и видах войск (включая военно-морской флот). Выбор конструкции нового самолета был сделан в 2001 г. в результате конкурса по программе «единый ударный истребитель» (JSF) между компаниями Boeing (модель X-32) и Lockheed-Martin (модель X-35). Программа JSF предусматривала создание единой модели истребителя для ВВС, ВМС и морской пехоты с возможностью укороченного взлета, а также вертикального взлета и посадки (для ВМС). В итоге было решено разработать унифицированный истребитель-бомбардировщик стран НАТО в трех модификациях для базирования на суше и на море, который получил название F-35A, F-35B и F-35C⁴.

В финансировании программы помимо США приняли участие Канада, Великобритания, Италия, Нидерланды, Дания, Турция и Австралия. В начале 2011 г. первый серийный F-35A впервые поднялся в воздух и был передан ВВС США. Таким образом, с учетом накопленного опыта при выполнении проекта F-22 и наработанных технологий на выполнение проекта F-35 потребовалось уже 10 лет. На создание F-35 на апрель 2011 г. было затрачено свыше 56 млрд долл., цена одного F-35A первой партии в среднем составила порядка 150 млн долл., однако к 2020 г. цена снизилась до 80 млн долл. На снижение цены самолетов оказали влияние как политика министерства обороны (как основного заказчика), так и требования союзников.

В СССР по логике «холодной войны» работы над самолетом пятого поколения началась практически одновременно с проектом в США. Разработка нового истребителя была поручена ОКБ «МиГ», как наиболее успешному на тот момент. В 1983 г. была утверждена комплексная целевая программа работ по новому самолету, силовой установке, бортовому радиоэлектронному оборудованию и вооружению, а также тактико-техническое задание. В 1987 г. состоялась защита аванпроекта, а в 1991 г. – эскизного проекта и макета самолета. К самолету были предъявлены такие же требования, как в США: сверхманевренность, способность к сверхзвуковому полету в бесфорсажном режиме, малая радиолокационная и тепловая заметность, улучшенные взлетно-посадочные характеристики и др.

⁴ Новичков Н. По прогнозам, в лидерах будет F-35 // Военно-промышленный курьер. 2014. № 2.
URL: <https://www.vpk-news.ru/articles/18831>

Окончание «холодной войны» и роспуск Варшавского договора вызвали падение спроса на продукцию РСК «МиГ». Последующий развал СССР и экономический кризис в России привели к разрыву производственных цепочек и ограничению государственного финансирования проекта. В начале 2000 г. первый прототип проекта МиГ 1.44 все же поднялся в воздух, но дальнейшие работы по проекту были прекращены⁵.

Новый проект самолета пятого поколения уже в новой России получил название «перспективный авиационный комплекс фронтовой авиации» (ПАК ФА). Был объявлен тендер, в котором приняли участие РСК «МИГ», ОКБ имени А.С. Яковлева и ОКБ им. П.О. Сухого. Главным исполнителем был выбран проект ОКБ им. П.О. Сухого, который получил позже название Т-50. Под этим названием были проведены основные работы по созданию самолета. Первый опытный самолет Т-50-1 поднялся в небо в январе 2010 г. Испытания и доработка самолета продолжаются до настоящего времени, то есть еще 10 лет. С 2017 г. самолет получил официальное название СУ-57. В 2019 г. Президент России анонсировал закупку Министерством обороны Российской Федерации 76 ед. СУ-57, которые должны быть произведены до 2028 г. Таким образом, проект первого российского самолета пятого поколения занял те же 20 лет, как и проект F-22, но с заметным опозданием. Другое дело, имеет ли СУ-57 экспортные перспективы, поскольку Китай испытывает свой самолет пятого поколения J-20.

Длительность выполнения гражданских проектов в США и России

Оценим длительность выполнения последних проектов гражданских самолетов в США на примере компании Boeing. В сегменте узкофюзеляжных самолетов Boeing продолжает модернизировать модель B-737 (B-737NG, B-737MAX), в то время как в сегменте широкофюзеляжных самолетов компания пошла по пути создания новой линейки самолетов в жесткой конкурентной борьбе с европейской компанией Airbus.

Базовый вариант широкофюзеляжных самолетов семейства B-767 (767-200) начал создаваться в 1978 г., и первая машина этой модификации приступила к коммерческим полетам в 1982 г., то есть от начала проектирования до производства первого серийного образца прошло четыре года. Обычная компоновка первой модели B767-200 рассчитана на 224 пассажира. Позже по желанию заказчиков были разработаны еще две модели, отличающиеся большей длиной фюзеляжа и, соответственно, большей пассажировместимостью (B767-300 и B767-400). Были также созданы модели с большей дальностью полета (с индексом ER). Грузовой вариант (с индексом F) обычно предлагается в результате конвертации пассажирских моделей, отлетавших 12–15 лет на пассажирских маршрутах. В ВВС

⁵ Потерянная победа: как распад СССР погубил МиГ 1.44.
URL: <https://rg.ru/2018/09/19/reg-pfo/poteriannaia-pobeda-kak-raspad-sssr-pogubil-mig-144.htm>

США В-767 нашел применение в качестве топливозаправщика и самолета боевого управления и целеуказания.

В начале 1990-х гг. Boeing предложил новую модель, которая получила обозначение В-777. Первый полет новый самолет совершил в 1994 г., в эксплуатации – с 1995 г. Семейство В-777 объединяет шесть модификаций: пять пассажирских и одну грузовую (В-777F). Пассажировместимость лайнеров В-777 составляет от 301 до 368 чел. при трехклассной компоновке салона. Дальность полета В-777 – от 9,5 тыс. до 17,5 тыс. км в зависимости от модификации. При проектировании и моделировании процессов сборки и испытаний В-777 были впервые использованы системы автоматизированного проектирования САД/САМ/САЕ, что позволило на 50% снизить количество ошибок и доработок. Благодаря улучшенной аэродинамике, более экономичному двигателю и облегченной конструкции фюзеляжа, В-777 обладает повышенной топливной эффективностью, а значит, меньшим уровнем вредных выбросов в расчете на одного пассажира. В настоящее время заканчиваются сертификационные испытания модернизированной модели В777Х.

Свой последний проект широкофюзеляжного самолета, получившего название В-787, Boeing представил весной 2004 г. Предполагалось, что новый лайнер поступит в серийное производство в 2008 г. (к Пекинской Олимпиаде). Однако первый испытательный полет произошел лишь в конце 2009 г., а первый серийный самолет поступил заказчику лишь осенью 2011 г. Задержку с началом серийного производства В-787 представители Boeing объясняют сложностью сертификации композитных деталей самолета и широким использованием аутсорсинга при проектировании. Уже в 2017 г. компания вышла на производство 12 В-787 в месяц – это абсолютный мировой рекорд в области широкофюзеляжной гражданской авиации⁶.

Компания Boeing выпускает три модели самолета В-787, пользующиеся высоким спросом (табл. 1). Базовый вариант семейства постепенно заменит В-767, который вмещает до 250 пассажиров (в зависимости от конфигурации) и обладает дальностью полета в 13 600 км. Стоимость базовой модели В-787-8 составляет 248,3 млн долл. Вторая модель (В-787-9) поступила в коммерческую эксплуатацию спустя три года (в 2014 г.), а третья модель (В-787-10) – спустя еще четыре года (в 2018 г.)⁷.

Модель В-787 стала самой популярной в 2019 г. Отметим, что Airbus практически в те же сроки создал аналогичную модель А-350ХWB, также пользующуюся популярностью среди компаний-авиаперевозчиков. Кроме того, заметно падение популярности сверхбольших моделей (В-747 и А-380). Компания Airbus уже заявила

⁶ Boeing 787 сделан практически навсегда.

URL: <https://www.vedomosti.ru/business/characters/2017/01/10/672441>

⁷ Нургалеев А. Boeing 787 Dreamliner: история амбициозного проекта.

URL: <https://www.aviaport.ru/news/2011/04/06/213463.html>

о прекращении приема заказов на А-380 и продолжит только техническое обслуживание этой модели.

Если в России в военной сфере имеет место временное отставание в создании многофункционального самолета пятого поколения, то в гражданской сфере к временному и технологическому отставанию добавились утрата компетенций и конкурентоспособных поставщиков всех уровней. Первый постсоветский региональный 96-местный самолет ЗАО «Гражданские самолеты Сухого» (ГСС) начало проектировать в начале 2000-х гг. (SSJ100), выиграв тендер у компании «Туполев» (Ту-334). Обе компании входят в Объединенную авиационную корпорацию (ОАК). Только в начале 2011 г. ГСС был получен от МАК сертификат типа на SSJ-100. Таким образом, на разработку, прототипирование и испытания относительно простого регионального самолета ГСС потребовалось порядка 10 лет.

Очевидно, военные технологии и компетенции лидеру российского военного самолетостроения – компании «Сухой» малогодились. На SSJ100 установлены двигатели Sam-146, разработанные совместно с французской компанией Snecma, авионика от Tales и Honeywell, еще ряд комплектующих от американских и германских фирм; SSJ100 занимает порядка 8% мирового рынка региональных самолетов в сегменте пассажироместимости 60–120 кресел. Планируется модернизация SSJ100 с заменой двигателя и авионики на отечественные разработки.

Практически сразу с созданием ОАК компании «Иркут» (входит в ОАК) было поручено заняться разработкой и производством узкофюзеляжного среднемагистрального самолета, получившего название МС-21. В мае 2017 г., то есть спустя 10 лет, первый МС-21-300 с американскими двигателями PW1400G поднялся в воздух. Самолет имеет композитное крыло (как на В-787) и опять-таки в основном зарубежную авионику. Стандартный МС-21-300 вмещает 165–211 пассажиров в одноклассной конфигурации и имеет дальность полета 6 000 км. Предполагается в дальнейшем выпускать три модификации этой машины различной пассажироместимости, предлагать заказчикам модель с российским двигателем ПД-14, русифицировать значительную часть систем авионики. Поскольку сертификационные испытания еще не закончены, то длительность проектирования и сертификационных испытаний МС-21 уже составила 14 лет.

Из этого небольшого обзора можно сделать несколько выводов:

- гражданские самолеты проектируются для выполнения единственной цели – удовлетворения потребности авиакомпаний в перевозке пассажиров и грузов, хотя могут использоваться и для иных целей (в том числе военных);
- время разработки и производства гражданских машин обычно занимает 4–5 лет, что значительно меньше длительности разработки многофункциональных военных самолетов (15–20 лет). Однако при внесении значительных изменений в

конструкцию (B-787) или утери компетенций (SSJ100, MC-21) длительность разработки и сертификации гражданских машин возрастает до 8–12 лет;

- как правило, западные компании предлагают от трех до шести моделей самолета, отличающихся пассажироместимостью и дальностью полета, на разработку дополнительных моделей требуется от двух до четырех лет;
- на всех рынках гражданской авиации существует сильная конкуренция, которая заставляет производителей постоянно внедрять инновации для улучшения технических и эксплуатационных характеристик самолетов;
- еще одним важным моментом является стремление удовлетворить требования компаний-авиаперевозчиков по классности салона и его интерьера.

Как и где готовят специалистов для авиационной промышленности

Подсчитано, что в мире существует 490 университетов и колледжей в 69 странах мира, готовящих специалистов аэрокосмической отрасли, включая инженеров-конструкторов и технологов, пилотов воздушных судов и космонавтов, работников управления и обслуживания полетов, поставщиков комплектующих различного уровня, маркетологов и менеджеров аэрокосмического профиля⁸. В этот список входят как многодисциплинарные университеты, занимающие высокие места в международных рейтингах, так и небольшие специализированные вузы, удовлетворяющие спрос на специалистов региона. Больше всего аэрокосмических факультетов и программ в странах Евросоюза (98), далее идут США (80), Великобритания (32), Россия (24), Япония (20), КНР (13) и другие страны всех континентов.

Космические программы могут позволить себе развитые страны и крупные развивающиеся страны, имеющие высокий научный и промышленный потенциал (например, Индия и Южная Корея). Военную авиацию всех типов способны производить лишь США, Россия, КНР и ЕС, однако их продукция вместе с инфраструктурой есть в составе вооруженных сил многих стран. Производством гражданских самолетов занимаются многие национальные и транснациональные компании. В сегменте магистральных самолетов сложилась дуополия: Boeing и Airbus. В сегменте региональной авиации (свыше 50 кресел) конкурируют по крайней мере шесть компаний: Embaer, Bombardier, ATR, OAK, COMAC и Mitsubishi. Еще больше игроков на нишевых рынках авиации общего назначения, беспилотных летательных аппаратов, бизнес-авиации, учебных самолетов и др. До появления COVID-19 в 2018 г. услугами гражданской авиации воспользовались порядка 4,5 млрд авиапассажиров. К ним следует добавить авиапассажиров бизнес-авиации и малой авиации. Таким образом, авиационная (аэрокосмическая)

⁸List of Aerospace Engineering Schools.

URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_aerospace_engineering_schools

промышленность требует большого количества авиационных инженеров различных специальностей.

Как уже отмечалось, в военном сегменте Россия отстает в сроках вывода боевого многофункционального самолета пятого поколения для серийного производства и в производительности труда. Это отставание еще более заметно в гражданском сегменте как с точки зрения конкурентоспособности гражданской авиатехники (российский рынок явно недостаточен для достижения эффекта масштаба), так и инженеров, подготовленных работать в высококонкурентной среде. Причин отставания много, но остановимся на одной – качестве подготовки авиационных инженеров. Подсчитано, что в России количество выпускников с инженерными дипломами на 10 000 населения в 1,5–2 раза превышает этот показатель в США и Евросоюзе (специально по авиакосмической отрасли подобная оценка не проводилась) при существенно меньшем ВВП страны и объемах высокотехнологичных производств⁹.

В мире сложились три модели высшего технического образования, которые условно можно назвать «американской», «азиатской» и «европейской». Все эти модели построены на общих принципах (рыночная экономика, конкуренция и сильная научно-техническая база) и имеют особенности, связанные с национальными, историческими и политическими факторами. Остановимся на общих принципах:

- ориентация на национальные и международные рейтинги;
- междисциплинарность;
- военные специализации привязаны к лабораториям, финансируемым из бюджета министерства обороны;
- автономность в подборе профессорско-преподавательского состава и выборе специальностей;
- конкуренция среди профессорско-преподавательского состава при заключении контрактов;
- дифференциация источников финансирования (государственные структуры, промышленные компании, научные фонды, частные лица);
- сильные научно-исследовательские лаборатории, имеющие заказы от правительственных учреждений и корпораций;
- технопарки, бизнес-инкубаторы и бизнес-школы;

⁹ Реформа высшего образования: отечественный и зарубежный опыт // Аналитический центр при Правительстве РФ. Бюллетень о сфере образования. 2017. № 12.
URL: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/13584.pdf>

- интернациональность.

Многодисциплинарность была заложена в университетских программах с момента их создания в средние века в Европе и позже была принята в США и дореволюционной России. В лучших университетах учебный процесс тесно увязан с научно-исследовательской деятельностью профессорско-преподавательского состава, научных работников, аспирантов и студентов. Самые известные аэрокосмические университеты помимо инженерных специальностей (engineering and technologies), как правило, имеют факультеты (программы) групп специальностей, выделенных в предметные (subject) рейтинги (искусство и гуманитарные науки, фундаментальные науки, науки о жизни и медицина, социальные науки и менеджмент). При этом инженерные специальности могут относиться к самым различным отраслям, характерным для региона, где расположен университет.

Военные разработки американских технических университетов финансируются министерством обороны США в рамках программы «Междисциплинарная университетская исследовательская инициатива» (Multidisciplinary Research Program of the University Research Initiative, MURI), в которой участвуют порядка 40 американских университетов. Данная программа предусматривает ежегодное выделение из бюджета министерства обороны до 250 млн долл. (в виде отдельных грантов на сумму до 1,5 млн долл. в год на пять лет) на междисциплинарные исследовательские работы в интересах военного ведомства. Многодисциплинарность самих университетов помогает проводить такие исследования в стенах научно-исследовательских лабораторий университетов, финансируемых минобороны, и готовить кадры для военных подрядчиков [7].

В качестве примера успешного сотрудничества министерства обороны США с университетами можно привести лабораторию Линкольна Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology, MIT), специалисты которой проводят научно-исследовательские работы в области противоракетной и противовоздушной обороны, кибербезопасности, систем контроля космического пространства, управления и связи, военной робототехники, разведывательных систем. Помимо контрактов минобороны и грантов других правительственных учреждений Массачусетский технологический институт сотрудничает с более чем 700 компаниями в рамках таких программ, как Industrial Liaison Program (сотрудничество с промышленностью) и MIT Energy Initiative (MIT – энергетическая инициатива). Среди корпоративных заказчиков есть как оборонные корпорации (Lockheed Martin, Raytheon), так и сугубо гражданские (BP, Du Pont, Ford Motor, Google, Intel и др.), льготные контракты с которыми вносят значительный вклад в солидный бюджет MIT (порядка 3 млрд долл.). Еще один пример: Лаборатория реактивного движения НАСА (Jet Propulsion Laboratory) Калифорнийского технологического института занимается созданием и обслуживанием автоматических космических аппаратов.

В числе лучших аэрокосмических университетов США часто называют университет Пердью (Purdue University, PU), расположенный в штате Индиана. В университете учатся более 43 тыс. студентов, в том числе более 32 тыс. – по программам бакалавриата и 11 тыс. – в магистратуре. Бюджет университета равен 2,5 млрд долл. В QS World University Rankings этот вуз занимает место в конце первой сотни (рядом с МГУ имени М.В. Ломоносова) и входит в 30 лучших университетов США. В PU 10 факультетов (colleges/schools), из которых только два готовят инженеров различных специальностей, в том числе авиационного и космического профилей. Только одна из кафедр инженерного факультета имеет военную специализацию и заказы от Пентагона. Аэрокосмические программы считаются одними из лучших в США. Университет гордится своими выпускниками, среди которых 23 стали астронавтами, включая Нила Армстронга – первого человека, ступившего на Луну.

В целом бюджеты всех американских университетов складываются из нескольких источников: расходы штата на образование, федеральные контракты (в том числе Минобороны), научные фонды, льготные контракты крупных компаний, частные пожертвования и, наконец, плата за обучение, которая обычно составляет порядка 10% бюджета. Большие бюджеты позволяют американским университетам проводить широкий спектр исследований, в том числе междисциплинарных, которые обеспечивают мировое лидерство высшего технического образования в США и привлекает талантливую молодежь со всего мира. Хотя в настоящее время экстраполяция американского опыта в практику российского инженерного образования невозможна в ближайшей перспективе, тем не менее полезным представляется распространение законодательной практики и некоторых принципов при осуществлении модернизации российской системы инженерного образования [8].

Лучшими аэрокосмическими университетами Западной Европы считаются Швейцарская высшая техническая школа Цюриха (ETHZ), Кембриджский университет, Тулузский университет, Технический университет Мюнхена и др. Все эти университеты – многодисциплинарные, отличаются разнообразием внутренней структуры, программами инженерной подготовки. Так, Тулузский университет во время студенческих волнений 1968 г. распался на несколько специализированных вузов (типа российских), но позже (в 2007 г.) был воссоздан в виде ассоциации вузов, включающей Институт авиации и космоса, готовящей инженеров для Airbus и военных авиационных компаний Евросоюза (40% студентов – иностранцы) и Национальную школу гражданской авиации (ENAC).

В отличие от мировых трендов большинство технических университетов России (и не только технических), созданных в 1930-х гг., носят отраслевой характер и готовят специалистов для соответствующих отраслей, хотя само понятие «отрасль» заменено на «вид деятельности». Заметим, что мультидисциплинарность не только помогает определиться студентам с выбором специальности, но и позволяет

проводить междисциплинарные исследования и находить применения инновациям в смежных (не обязательно военных) областях.

В 2008 г. в рамках реформирования высшей школы России 29 вузам (две трети из них технические) был присвоен статус «национальный исследовательский университет», несколько увеличено финансирование и определены направления научно-образовательной деятельности¹⁰. Однако создание НИУ фактически закрепляло «предметную» специализацию университетов, что противоречит мировому тренду на мультидисциплинарность вузов, явно просматриваемому в авторитетных международных рейтингах (Quacquarelli Symonds, Times Higher Education и Academic Ranking of World Universities). В 2012 г. вышел Указ Президента Российской Федерации от «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки»¹¹, целью которого было повысить престижность российского высшего образования и вывести к 2020 г. не менее пяти университетов из числа участников проекта (21 университет, часть из них – НИУ) в сотню упомянутых мировых рейтингов¹².

К сожалению, Указ Президента России оказался невыполнимым, несмотря на дополнительное финансирование, поскольку не подразумевал реформирования университетов в направлении требований международных рейтингов. Национальные исследовательские университеты добились определенных успехов в «предметных» рейтингах, в то время как признанные первые две сотни университетов мира являются мультидисциплинарными, независимо от их географического положения (Северная Америка, Европа, Азия или Австралия). Тем не менее и введение понятия «национальный исследовательский университет», и обращение к международным рейтингам привели к возникновению здоровой конкуренции между российскими университетами в плане публикационной и научной активности.

Помимо мультидисциплинарности острой проблемой остается организация в университетах результативной научной деятельности, в которой должны быть задействованы научные сотрудники, профессорско-преподавательский состав, аспиранты и студенты университета. Результаты научной деятельности вносят существенный вклад в рейтинг университетов, а исследования должны быть неразрывно связаны с образовательной деятельностью. В США и Евросоюзе эту деятельность спонсируют правительственные организации и промышленные компании, как это было показано на примере Массачусетского технологического института. Студенты еще в университете получают столь необходимый опыт научно-практической деятельности, преподаватели защищают диссертации и пишут

¹⁰ Что такое Национальный исследовательский университет.
URL: <https://edunews.ru/aspirantura/polezno/niu.html>

¹¹ О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки: Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2012 № 599.

¹² Рейтинги. URL: <https://5top100.ru/rankings/>

научные статьи, университет получает рейтинговые очки и мировой престиж. Как известно, наука во всем мире сосредоточена в основном в научных лабораториях, научных центрах, технопарках и «инкубаторах» университетов, рождающих стартапы и формирующих междисциплинарные группы исследователей.

В России, как уже отмечалось, наука сосредоточена в основном в научно-исследовательских институтах РАН и бывших отраслевых НИИ, упорно отстаивающих свою независимость. Хотя известно много примеров плодотворного сотрудничества институтов РАН и университетов (Новосибирский Академгородок и Новосибирский государственный университет, Институт проблем химической физики РАН и Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова), однако создания «единого организма» не происходит. Даже Программа стратегического академического лидерства (ПСАЛ) нового министра науки и высшего образования В.Н. Фалькова, предложенная на собрании профессоров Российской академии наук и предусматривающая создание консорциумов вузов и научных институтов различной принадлежности, не получила всеобщего одобрения¹³.

Надо понимать, что либо наше высшее образование продолжит реформирование в соответствии с мировыми трендами (многодисциплинарность, сосредоточение науки в университетах и др.), либо оно будет продолжать искать «особый путь» в триаде «университеты – наука – производство».

Очевидно, что выстраивание этой триады невозможно без реформирования промышленного сектора и конверсии части оборонно-промышленного комплекса с выделением сильного независимого гражданского сегмента. Это касается не только Объединенной авиастроительной корпорации, Объединенной двигателестроительной корпорации и других монополистов аэрокосмического комплекса. По нашему мнению, в первую очередь таким инженерным университетам, как МИФИ, МЭИ, МАИ-МАТИ, ЛЭТИ и другим следует постепенно отходить от отраслевой направленности, особенно в Москве и Санкт-Петербурге, а создать своеобразные «МГУ» в каждом из городских административно-территориальных округов (в Москве их 12). Это позволит приблизить ведущие инженерные университеты обеих столиц России к международным стандартам, усилить гражданский сегмент, проводить междисциплинарные исследования, обеспечить более широкий выбор для молодежи этих мегаполисов и приезжих (в том числе иностранцев), снизить нагрузку на общественный транспорт.

Проблемой для технических университетов всего мира является получение инженерных навыков, называемых в России производственной практикой. Промышленные компании, связанные контрактами и находящиеся в условиях

¹³ Фантомные страхи. Валерий Фальков: Объединять вузы и НИИ не будут.
URL: <https://rg.ru/2020/12/19/valerij-falkov-prokomentiroval-obedinenie-vuzov-i-nauchnyh-institutov.html>

жесткой конкуренции, не могут организовать временные рабочие места для обучения студентов и аспирантов. В рыночных условиях это сделать еще труднее, чем в командной экономике. Поэтому университеты стремятся создать сильные исследовательские лаборатории в своих стенах, а правительство поощряет спонсорские контракты университетов с промышленными компаниями, давая им налоговые послабления. Ряд ведущих российских инженерно-технических университетов (Физтех, МВТУ, МАИ-МАТИ и др.) для практической подготовки студентов используют так называемый русский метод, который заключается в сотрудничестве выпускающих кафедр с определенными предприятиями (как правило, оборонно-промышленного комплекса) [9]. Это сотрудничество, по мнению автора, проходившего в свое время подобные практики, малоэффективно и далеко от реальной инженерной деятельности. Кроме того, предприятия оборонно-промышленного комплекса, занятые выполнением гособоронзаказа (тот же план), не работают в конкурентной среде и не готовы к конкуренции. В новых гражданских проектах ОАК явно просматривается слабость маркетинговой проработки проектов и негативное отношение менеджмента к развитию конкуренции в отрасли.

Авиационная промышленность – чрезвычайно многообразный сектор, предлагающий возможности трудоустройства в различных организациях. Это могут быть авиастроительные компании в различных сегментах авиационного рынка (военные самолеты, магистральные самолеты, региональные самолеты, малая авиация, бизнес-авиация, предприятия – поставщики авиационного оборудования различного уровня), НИИ, государственные службы по сертификации и наблюдению за полетами, различные наземные организации по обслуживанию полетов и авиапассажирам.

И наконец, хотелось бы поделиться еще одним небольшим исследованием. Автор проследил, какое образование имеют высшие топ-менеджеры (президенты, руководители дивизионов, члены советов директоров) крупнейших аэрокосмических компаний США и Евросоюза (Boeing, LM, Airbus, BAeSystems и др.). Оказалось, что большинство из них получают бакалаврскую степень по одной из инженерных специальностей в многочисленных мультидисциплинарных университетах, по окончании которых 2–3 года работают инженерами в промышленных компаниях (не обязательно аэрокосмического профиля) и только затем оканчивают магистратуру или MBA экономического профиля другого (более престижного) университета. При этом на всем протяжении своей деловой карьеры в аэрокосмической корпорации они должны показывать инициативность и ответственность за порученное дело.

На основе проведенного анализа приходим к следующим выводам.

Во-первых, военный и гражданский сегменты аэрокосмической отрасли имеют все больше различий в сроках проектирования, производстве, обслуживании и эксплуатации, что должно находить отражение в программах подготовки инженеров

для обоих сегментов. Следует учитывать, что в последние годы (до появления COVID-19) гражданский сегмент развивался более высокими темпами.

Во-вторых, необходимо усилить научные лаборатории при технических университетах, которые были бы способны давать практические навыки студентам, омолодить и осовременить профессорско-преподавательский состав, предоставив возможность защищать кандидатские и докторские диссертации, имеющие практическую ценность. Реально это можно осуществить (по опыту Китая) включением большей части прикладных НИИ в научный сектор университетов.

В-третьих, для занятия ведущих позиций в международных рейтингах крупнейшие университеты России должны стать мультидисциплинарными, что позволит им не только улучшить позиции в этих рейтингах, но и решить государственную задачу диверсификации российской экономики и отдельных корпораций оборонно-промышленного комплекса.

В-четвертых, многие провалы в гражданской сфере (например, проект SSJ100) объясняются не только слабой инженерной проработкой проекта, но и чисто экономическими просчетами (неправильной оценкой целевой ниши, отсутствием тщательного учета состояния инфраструктуры, плохой организацией послепродажного обслуживания и т.д.).

Таблица 1

Количество широкофюзеляжных самолетов, поставленных Boeing и Airbus в 2019 г.

Table 1

The number of wide-body aircraft delivered by Boeing and Airbus in 2019

Тип воздушного судна	Количество
B-767	47
B-777	46
B-787	161
B-747	7
A-330	54
A-350XWB	107
A-380	8

Источник: New Aircraft Deliveries 2020. URL: <https://www.planespotters.net/special/deliveries-2019>

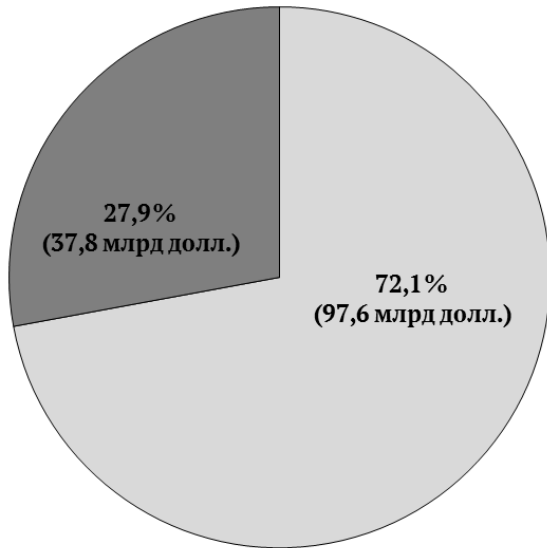
Source: New Aircraft Deliveries 2020. URL: <https://www.planespotters.net/special/deliveries-2019>

Рисунок 1

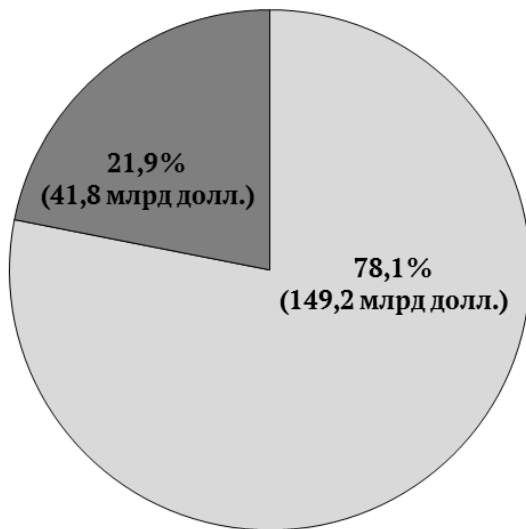
Соотношение продаж гражданской и военной авиационной техники: *a* – 2011 г.; *b* – 2021 г.

Figure 1

Civil to military aircraft sales ratio: *a* – 2011; *b* – 2021



a



□ Гражданская техника ■ Военная техника

b

Источник: Teal Group Corporation

Source: Teal Group Corporation

Список литературы

1. *Арефьев А.Л., Арефьев М.А.* Инженерно-техническое образование в России в цифрах // Высшее образование в России. 2012. № 3. С. 122–131.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/inzhenerno-tehnicheskoe-obrazovanie-v-rossii-v-tsifrah>
2. *Похолков Ю.П., Рожкова С.В., Толкачева К.К.* Уровень подготовки инженеров России. Оценка, проблемы и пути решения // Проблемы управления в социальных системах. 2012. Т. 4. Вып. 7. С. 6–14.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uroven-podgotovki-inzhenerov-rossii-otsenka-problemy-i-puti-ih-resheniya>
3. *Sobolev L.* Russian Engineering Universities in International Ratings. *Universal Journal of Educational Research*, 2020, vol. 8, no. 12A, pp. 7487–7493.
URL: <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082532>
4. *Добрынина М.В.* Политика США в отношении инженерного образования после Второй Мировой войны: реформа 1958 года и ее стратегическое значение // Теории и проблемы политических исследований. 2019. Т. 8. № 4А. С. 63–70.
URL: <http://www.publishing-vak.ru/file/archive-politology-2019-4/7-dobrynina.pdf>
5. Reform of Higher Education in Europe. Ed. by J. Enders, H. de Boer, D. Westerheijden. Sense Publishers, the Netherlands, 2011.
URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6091-555-0>
6. *Mei Li, Rui Yang.* Governance Reforms in Higher Education: A Study of China. *IIEP Research Papers*, 2014, no. 9, 54 p.
URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231858/PDF/231858eng.pdf.multi>
7. *Смирнов Р.* Организация в США военно-научной деятельности // Зарубежное военное обозрение. 2015. № 9. С. 32–36.
URL: http://pentagonus.ru/publ/organizacija_v_ssha_voenno_nauchnoj_dejatelnosti_2015/10-1-0-2633
8. *Sobolev L.* Advanced Tendencies of Russian Training in Engineering. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1515, no. 032028.
URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1515/3/032028>
9. *Симоньянц Р.П.* Проблемы инженерного образования и их решение с участием промышленности // Наука и образование: научное издание. 2014. № 3. С. 394–419.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-inzhenernogo-obrazovaniya-i-ih-reshenie-s-uchastiem-promyshlennosti>

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю 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.

ON IMPROVING THE TRAINING OF AIRCRAFT ENGINEERS

Leonid B. SOBOLEV

Moscow Aviation Institute (National Research University) (MAI),
Moscow, Russian Federation
sobolevLB@yandex.ru
ORCID: not available

Article history:

Article No. 65/2021
Received 8 Feb 2021
Received in revised form
20 February 2021
Accepted 10 March 2021
Available online
28 May 2021

JEL classification: G34,
L19, L93, O33, O57

Keywords: military
aviation project, civil
aviation project, technical
university, reform, staff
training

Abstract

Subject. The article continues the discussion about the method of training aircraft engineers to work in the military and civil segments of aviation and rocket-and-space industry.

Objectives. The purpose is to improve the training of Russian engineers to work in the competitive market environment, on the basis of the analysis of experience in training the aviation engineers in leading foreign technical universities.

Methods. The study rests on the comparative analysis of implementation of major projects in the military and civil segments of aviation in the U.S. and Russia, as well as programs for training aircraft engineers in both countries.

Results. The analysis shows that the duration of modern large military aviation projects in both countries is the same (the comparison of cost is impossible, due to information protection in Russia), while in the civil segment of the aviation industry, Russia's lagging behind is significant both in terms of the duration of projects and performance results. One of the reasons is in the poor training of aircraft engineers to work in the competitive environment.

Conclusions. It is crucial to reform Russian aviation universities in terms of conformity to global trends in multidisciplinary and differentiation of financing and research base.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2021

Please cite this article as: Sobolev L.B. On Improving the Training of Aircraft Engineers. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2021, vol. 20, iss. 5, pp. 865–885.
<https://doi.org/10.24891/ea.20.5.865>

References

1. Aref'ev A.L., Aref'ev M.A. [Engineering and technical education in Russia in figures]. *Vyshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*, 2012, no. 3, pp. 122–131. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/inzhenerno-tehnicheskoe-obrazovanie-v-rossii> (In Russ.)
2. Pokholkov Yu.P., Rozhkova S.V., Tolkacheva K.K. [Level of engineers schooling in Russia. Estimation of problems and ways of solving them]. *Problemy upravleniya v sotsial'nykh sistemakh = Problems of Governance*, 2012, vol. 4, iss. 7, pp. 6–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uroven-podgotovki-inzhenerov-rossii-otsenka-problemy-i-puti-ih-resheniya> (In Russ.)

3. Sobolev L. Russian Engineering Universities in International Ratings. *Universal Journal of Educational Research*, 2020, vol. 8, no. 12A, pp. 7487–7493.
URL: <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082532>
4. Dobrynina M.V. [US policy on engineering education after World War II: The 1958 reform and its strategic importance]. *Teorii i problemy politicheskikh issledovaniy = Theories and Problems of Political Studies*, 2019, vol. 8, no. 4A, pp. 63–70.
URL: <http://www.publishing-vak.ru/file/archive-politology-2019-4/7-dobrynina.pdf>
(In Russ.)
5. Reform of Higher Education in Europe. Ed. by J. Enders, H. de Boer, D. Westerheijden. Sense Publishers, the Netherlands, 2011.
URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6091-555-0>
6. Mei Li, Rui Yang. Governance Reforms in Higher Education: A Study of China. *IIEP Research Papers*, 2014, no. 9, 54 p.
URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231858/PDF/231858eng.pdf.multi>
7. Smirnov R. [Organization of military scientific activities in the United States]. *Zarubezhnoe voennoe obozrenie = Foreign Military Review*, 2015, no. 9, pp. 32–36.
URL: http://pentagonus.ru/publ/organizacija_v_ssha_voenno_nauchnoj_deyatelnosti_2015/10-1-0-2633 (In Russ.)
8. Sobolev L. Advanced Tendencies of Russian Training in Engineering. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1515, no. 032028.
URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1515/3/032028>
9. Simon'yants R.P. [Problems of engineering education and their solutions, involving industry]. *Nauka i obrazovanie = Science and Education*, 2014, no. 3, pp. 394–419.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-inzhenernogo-obrazovaniya-i-ih-reshenie-s-uchastiem-promyshlennosti> (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

I, the author 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.