

УДК 338.27

JEL O21, O25, O32, O38, D60

DOI: 10.17213/2312-6469-2020-2-89-106

## ПРОБЛЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

© *И.Е. Селезнева\**, *В.В. Клочков\*\** 2020

*\*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, г. Москва, Россия*

*\*\*Национальный исследовательский центр «Институт им. Н.Е. Жуковского», г. Жуковский, Россия*

В работе рассматриваются, формализуются и типизируются задачи управления развитием высокотехнологичной промышленности на разных уровнях. Особое внимание уделяется их сложности и математическим моделям, необходимым для их успешного решения. Показано, что с ростом уровня управления приходится рассматривать все более обширные системы, учитывать все более широкий круг факторов различной природы – физических, технических, технологических, экономических, экологических, социальных, политических и др. Соответствующие зависимости чаще всего нелинейны и немонотонны. Управляемые системы сложны и многосвязны, управляющие параметры все более многочисленны. Поэтому интуитивное принятие оптимальных или хотя бы приемлемых решений становится практически невероятным. Выявляются причины слабкой востребованности «умного управления», основанного на междисциплинарном математическом моделировании, в российской высокотехнологичной сфере. Несмотря на их обоснованную необходимость для принятия рациональных решений, пока на всех уровнях преобладает волюнтаризм (иногда прикрытый экспертными процедурами). Приводятся примеры ошибочных решений на различных уровнях управления и вызванных ими потерь. Особое внимание уделяется гипотезе о том, что опыт и способности гениальных руководителей позволяют заменить математическое моделирование и даже превзойти его по качеству сформированных управленческих решений. В обоснование этой гипотезы приводятся ссылки на исторические примеры советских конструкторов из авиационной, ракетно-космической индустрии и др. В статье всесторонне обосновано, что применимость этого опыта в современной высокотехнологичной промышленности, в частности, в российской, отсутствует. Обоснован тип управленческих задач, которые в реальности чаще всего решают руководители в российской высокотехнологичной промышленности, не нуждаясь в научных рекомендациях и комплексном моделировании. Показано, что сведение управления к решению таких задач приводит к деградации как самих высокотехнологичных отраслей, так и российской экономики в целом. Отмечена обратная связь между востребованностью «умного управления» и развитием соответствующих методов математического моделирования, анализа и синтеза управленческих решений.

**Ключевые слова:** высокотехнологичная промышленность, задачи управления, принятие решений, экспертные методы, волюнтаризм, математическое моделирование, «умное управление».

## PROBLEMS OF DECISION MAKING IN THE SPHERE OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN HIGH-TECH INDUSTRY

© I.E. Selezneva, V.V. Klochkov 2020

*Institute of Control Science of Russian Academy of Science, Moscow, Russia  
National Research Center «N.E. Zhukovsky Institute», Zhukovsky, Russia*

*The paper considers, formalizes and typifies the problems of managing the development of high-tech industry at various levels. Special attention is paid to their complexity and mathematical models necessary for their successful solution. It is shown that with the increasing level of management it is necessary to consider more and more extensive systems, to take into account a wider range of factors of different nature - physical, technical, technological, economic, environmental, social, political, etc. Corresponding dependencies are most often non-linear and nonmonotonous. Controlled systems are complex and multi-linked, and control parameters are increasingly numerous. Therefore, intuitive making of optimal or at least acceptable decisions becomes almost unbelievable. The reasons of weak demand for "smart management" based on multidisciplinary mathematical modeling in the Russian high-tech sphere are revealed. Despite their justifiable need for making rational decisions, so far voluntarism prevails at all levels (sometimes hidden by expert procedures). Examples of erroneous decisions at different levels of management and the losses caused by them are given. Special attention is paid to the hypothesis that the experience and abilities of brilliant managers allow replacing mathematical modeling and even surpassing it in the quality of formed managerial decisions. In substantiation of this hypothesis, references are made to historical examples of Soviet designers from aviation, rocket and space industries, etc. The article comprehensively substantiates that there is no applicability of this experience in the modern high-tech industry, in particular, in Russia. The type of management problems, which in reality are most often solved by managers in the Russian hi-tech industry, without requiring scientific recommendations and complex modeling, is justified. It is shown that reduction of management to the solution of such problems leads to degradation of both the hi-tech industries themselves and the Russian economy as a whole. The feedback between the demand for "smart management" and the development of appropriate methods of mathematical modeling, analysis and synthesis of management decisions is noted.*

**Keywords:** *high-tech industry, management problems, decision making, expert methods, voluntarism, mathematical modeling, "smart management".*

### **Введение**

В сфере инновационного развития высокотехнологичной промышленности приходится принимать управленческие решения – определять продуктовую стратегию (какие продукты, с какими характеристиками разрабатывать, в каких объемах их производить), процессную стратегию (как именно разрабатывать и производить продукцию, по каким производственным технологиям), коммерческую и ценовую политику (каким потребителям, на каких рынках и по каким ценам продавать продукцию). Также необходимо формировать инновационно-технологическую стратегию (какие

продуктовые технологии и их комплексы разрабатывать для создания перспективной продукции), организационную стратегию предприятий и отраслей (как организовать разработку, производство, реализацию продукции, на каких предприятиях, какие там должны быть подразделения, и т.п.).

Эти решения должны быть, по крайней мере, рациональными. Требовать строгой оптимальности по тем или иным формальным критериям на практике бессмысленно. Но, по крайней мере, управленческие решения должны способствовать достижению определенных целей развития, хотя бы частично, в «мягкой» форме, формализованных – хотя бы для оценки их достижения и целесообразности тех или иных решений. Причем, соответствующие задачи формирования рациональных решений являются все более сложными. Их сложность нарастает и со временем, и по мере повышения уровня управления. Их интуитивное решение, как будет обосновано ниже, практически невозможно.

Единственно возможным методологическим подходом к формированию рациональных решений в высокотехнологичной сфере становятся расчеты и комплексное многодисциплинарное моделирование (математическое, компьютерное). Разработка соответствующих моделей и методов является сложной научной проблемой, требующей привлечения различных компетенций как в предметных областях, так и собственно в сфере моделирования. На первый взгляд должны быть весьма востребованы соответствующие методы и технологии формирования и обоснования решений, поддержки их принятия. Современное управление в высокотехнологичной сфере обязано быть «умным».

В то же время в реальности «умное управление» в отечественной высокотехнологичной промышленности слабо востребовано лицами, принимающими решения (ЛПР), как на предприятиях, так и в органах государственного управления. Преобладают волюнтаристские, экспертные, интуитивные подходы, которые часто приводят к принятию ошибочных (по крайней мере, по декларируемым критериям) решений. В данной работе сделана попытка более строго определить потребность в «умном управлении» в высокотехнологичной сфере и системные причины сложившегося положения дел.

### **Задачи принятия управленческих решений в высокотехнологичной сфере**

Формализуем в упрощенном виде основные задачи принятия решений в высокотехнологичной промышленности и в сфере государственного управления ее развитием.

Если рассматривается коммерческое предприятие, основной целью его развития можно считать повышение прибыли или иного финансового результата (часто в качестве такового рассматривается дисконтированная сумма чистых доходов, чистая текущая стоимость и т.п.). В простейшей постановке можно формализовать эти задачи следующим образом. Пусть:

$q$  – объем выпуска продукции (разумеется, при наличии ассортимента продукции это вектор, но для упрощения записи можно опустить соответствующие символы);

$p$  – цена продукции;

$R = p \cdot q$  – выручка предприятия;

$C_{\text{произв}}$  – прямые производственные затраты предприятия,  $\frac{\partial C_{\text{произв}}}{\partial q} > 0$ ;

$\Pi = R - C_{\text{произв}}$  – текущая (маржинальная) прибыль предприятия.

В краткосрочной перспективе можно управлять лишь объемами выпуска продукции и ценой ее продажи – которые связаны закономерностями спроса на рынке, в простейшем случае выражаемыми функцией спроса:

$$q = q(p); \quad \frac{\partial q}{\partial p} \leq 0.$$

Кроме того, в краткосрочной перспективе выпуск продукции стеснен мощностным ограничением:

$$q \leq V \quad (V \text{ – производственная мощность}).$$

Поэтому задача максимизации текущей (маржинальной) прибыли имеет следующий вид:

$$\Pi \rightarrow \max_{p, q} | q \leq V. \quad (1)$$

Это задача тактического управления производством.

В более долгосрочной, стратегической перспективе можно, во-первых, изменять производственные мощности, инвестируя в их [экстенсивное] развитие:

$$\frac{\partial V}{\partial I_{\text{мощн}}} \geq 0, \quad \text{где } I_{\text{мощн}} \text{ – чистые инвестиции в расширение производ-$$

ственных мощностей.

Во-вторых, можно улучшать производственные технологии, снижая прямые издержки производства продукции:

$$\frac{\partial C_{\text{произв}}}{\partial I_{\text{техн}}} \leq 0,$$

где  $I_{\text{техн}}$  – инвестиции в улучшение производственных технологий, т.е. в интенсивное развитие производственных мощностей.

Как показано в работах [1, 9], в высокотехнологичных отраслях промышленности, в силу высоких затрат на создание основных фондов, а также сильных эффектов масштаба (прежде всего, эффекта обучения в производстве) себестоимость производства продукции может, в зависимости от организации производства, варьироваться на десятки процентов, а иногда (при малых объемах выпуска) и в несколько раз. Организация производства влияет на себестоимость производства и на уровень потребных инвестиций в

производственные мощности, даже при фиксированном уровне мощностей. Обозначим условно  $\Omega$  параметр, отражающий организацию производства. Тогда он является аргументом в функциях прямых издержек производства и потребных инвестиций для создания заданных производственных мощностей:

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{произв}}(\Omega); \quad I_{\text{мощн}} = I_{\text{мощн}}(\Omega).$$

Влиять на выручку предприятия, управляя ценой продукции, в принципе, можно. Но для многих видов высокотехнологичной продукции, особенно с длительным жизненным циклом, возможности ценового управления ее конкурентоспособностью и объемами продаж ограничены. Можно привести примеры реальных ситуаций, когда продукт абсолютно неконкурентоспособен и не будет пользоваться спросом даже при нулевой цене – если он не удовлетворяет нормам и стандартам данного рынка, или если его эксплуатация обходится намного дороже, чем для продукции конкурентов, даже с учетом ее относительно высоких цен. Гораздо большее влияние на конкурентоспособность продукции высокотехнологичных отраслей оказывают качественные факторы.

Спрос на продукцию на конкурентном рынке зависит от ее конкурентоспособности. Как показывает анализ этого понятия (см., например, [8, 10]), конкурентоспособность, в свою очередь, определяется соотношением качества продукции и стоимости владения. Качество отражает результаты применения продукции по назначению. Пусть  $k$  – интегральный показатель качества продукции, зависящий от ее характеристик  $x$ :

$$k = k(x).$$

Он включает в себя как потребительские характеристики, так и прочие затраты на владение ею, за исключением тех, которые уплачиваются ее производителям. Например, применительно к продукции гражданского авиастроения, которая включает в себя собственно авиационную технику и комплекс послепродажных услуг, ценами можно считать собственно цены изделий и цены послепродажных услуг. Качество же, в широком смысле, включает в себя:

- собственно потребительские характеристики изделий (пассажироместимость и грузоподъемность, дальность полета и скорости, взлетно-посадочные характеристики и т.п.);
- экологические характеристики и прочие характеристики, определяющие соответствие изделий нормам и стандартам;
- интегральные характеристики послепродажных услуг, определяющие готовность парка изделий в эксплуатации, а также «расходные» характеристики, отражающие затраты эксплуатантов на приобретение ресурсов у третьих сторон, не у производителей техники, т.е., прежде всего, характеристики расхода топлива (или иных видов энергии), трудоемкость эксплуата-

ции (за исключением операций, включаемых в послепродажное обслуживание – прежде всего имеется в виду труд экипажей, летного и кабинного), характеристики, влияющие на сборы (аэропортовые, за услуги управления воздушным движением и т.п.).

Итак, в долгосрочной стратегической перспективе можно улучшать характеристики продукции, повышая ее качество и конкурентоспособность. Формально это можно выразить, например, так: более качественная продукция может пользоваться более высоким спросом, т.е. при прочих равных условиях продаваться по более высокой цене и/или в большем объеме:

$$\frac{\partial Q}{\partial k} \geq 0; \quad \frac{\partial p}{\partial k} \geq 0,$$

где  $Q$  – совокупный объем продаж за весь жизненный цикл высокотехнологичного промышленного проекта.

Повышение качества и более высокий уровень характеристик продукции достигаются за счет инвестиций в исследования и разработки (обозначим их объем  $I_{ИиР}$ ):

$$\frac{\partial k}{\partial I_{ИиР}} \geq 0; \quad \frac{\partial x}{\partial I_{ИиР}} \geq 0.$$

Тогда в долгосрочной перспективе можно поставить задачу максимизации чистого финансового результата проекта:

$$NPV = p \cdot Q - C_{\text{произв}} - I_{\text{мощн}} - I_{\text{техн}} - I_{\text{ИиР}} \rightarrow \max_{p, Q, V, \Omega, I_{\text{техн}}, x} \quad (2)$$

(считаем, что все составляющие этого выражения рассматриваются за весь плановый период реализации проекта и дисконтированы, т.е. приведены к текущему моменту времени).

Как показано в ряде работ [14], в обозримой перспективе (в пределах современного поколения гражданской авиационной техники) российское гражданское авиастроение останется планомерно-убыточным, поскольку масштабное возвращение на утраченные рынки и завоевание новых маловероятны, а, следовательно, недостижимы на практике и окупаемые объемы выпуска продукции. Тогда планировать развитие предприятий следует с учетом не столько коммерческих аспектов (прибыль, а, точнее, убыток может выступать в качестве не целевой функции, а ограничения), сколько социальных. Необходимо обеспечивать занятость высококвалифицированных кадров (в т.ч. и в расчете на будущие проекты, во избежание потери ценных компетенций), социальную стабильность в соответствующих городах и регионах. Такая задача (если исходить из общегосударственных интересов, формально выражаемых, например, в приросте дефицита консолидированного бюджета) даже по формальной постановке сложнее, чем задача максимизации коммерческих критериев. Если обозначить занятость кадров  $L$ , а ее требуемый уровень –  $L_{\text{треб}}$ , требуемый уровень зарплаты  $w_{\text{треб}}$ , а прямые

производственные затраты, за исключением зарплаты,  $C_{\text{произв}\backslash\text{ФОТ}}$ , тогда соответствующая задача формулируется так:

$$\Delta BD_{\text{отрасль}} = \left| p \cdot Q - C_{\text{произв}\backslash\text{ФОТ}} - w_{\text{треб}} \cdot L - I_{\text{мощн}} - I_{\text{техн}} - I_{\text{ИиР}} \right| \rightarrow$$

$$\rightarrow \min_{p, Q, V, L, \Omega, I_{\text{техн}}, x} \left| L \geq L_{\text{треб}} \right. \quad (3)$$

(для упрощения примера здесь не учитываются налоги, уплачиваемые как предприятиями, так и их работниками, в региональные и федеральный бюджеты).

На общегосударственном уровне приходится ставить и решать более сложные задачи управления, чем на уровне коммерческой компании или даже отрасли (с учетом социальных аспектов ее функционирования). Помимо прибыли или убытка высокотехнологичных предприятий, необходимо, по меньшей мере, учитывать интересы предприятий или отраслей, которые являются потребителями, пользователями высокотехнологичной продукции. Например, помимо показателей авиастроительного предприятия, следует учитывать и показатели предприятий воздушного транспорта, использующих авиационную технику. В свою очередь, они также могут быть убыточными – например, если рассматриваются местные авиаперевозки в малонаселенных регионах, в которых, как показывает практика и теоретические оценки [13], на рыночной основе пока невозможна рентабельная работа авиакомпаний и аэропортов. Тогда государству придется субсидировать как авиастроение, создающее воздушные суда (ВС), так и гражданскую авиацию – собственно авиакомпании, выполняющие перевозки, а также аэропорты.

В качестве обобщающего критерия принятия решений можно принять вклад всего комплекса (авиастроение плюс гражданская авиация) в изменение дефицита консолидированного бюджета страны, при ограничениях:

- на качество перевозочных услуг (например, измеряемое общим временем в пути в пределах региона или России в целом);
- на занятость работников авиастроения и их фонд заработной платы.

Обозначим дотации гражданской авиации  $D$ ,  $s_{\text{треб}}$  – требуемый уровень качества предоставляемых ею конечных услуг. Можно записать следующие качественные соотношения:

$$\frac{\partial s_{\text{треб}}}{\partial Q} \geq 0; \quad \frac{\partial D}{\partial s_{\text{треб}}} > 0; \quad \frac{\partial D}{\partial k} \leq 0.$$

И в этой сфере также возникают локальные оптимизационные задачи отраслевого уровня. Можно существенно сократить сумму дотаций, потребную для обеспечения заданного уровня транспортного обслуживания, путем оптимизации аэродромной и маршрутной сетей. На отраслевом уровне в гражданской авиации такие задачи придется решать при заданных характе-

ристиках воздушных судов. Однако наибольший эффект принесет совместная оптимизация этих характеристик и авиатранспортной системы, подробнее см. [13]. Это возможно лишь на межведомственном, народнохозяйственном уровне государственного управления, где уже необходимо решать следующую задачу:

$$\Delta BD_{\Sigma} = \Delta BD_{\text{отрасль}} + D \rightarrow \min_{p, Q, V, L, \Omega, I_{\text{техн}}, x} \left| L \geq L_{\text{треб}} ; \rightarrow s \geq s_{\text{треб}} \right. \quad (4)$$

Таким образом, задачи управления развитием высокотехнологичных отраслей и отраслевых комплексов становятся все сложнее по мере повышения уровня управления. «Выходы» систем низших уровней, которые становились интегральными критериями принятия решения на тех уровнях, при переходе на более высокие уровни становятся лишь одними из составляющих обобщающих критериев.

### **Проблемы принятия решений в российской высокотехнологичной промышленности: волюнтаризм и гениальность ЛПР**

В высокотехнологичной промышленности сама продукция и процессы ее применения по назначению могут быть сложными. Сложны и процессы ее разработки и производства. Поэтому даже субоптимальные, приблизительно рациональные решения в описанных выше задачах можно получить лишь путем расчетов, хотя бы по упрощенным моделям. Интуитивное принятие рациональных решений в таких задачах практически невероятно. Управляемые системы являются многосвязными, их отклики на управляющие воздействия нелинейны и даже немонотонны (что характерно даже для простейших динамических систем, состоящих из линейных звеньев, хотя бы с одной обратной связью). Оптимумы в таких задачах часто лежат не на границах областей определения соответствующих параметров, а внутри, причем, выбирать их приходится из множеств мощностью больше, чем континуум. По этой причине, строго говоря, термин «обоснование решений» часто некорректен – он подразумевает, что рациональное решение уже выбрано, и осталось лишь более тщательно подтвердить, что оно действительно. Однако в реальности вначале придется расчетным образом, «на кончике пера», сформировать рациональное решение. В то же время от науки ЛПР чаще ожидают именно обоснования своих решений, уже принятых без научной основы. Это пагубно сказывается на объективности процессов управления и на качестве достигаемых результатов.

Задачи выработки решений в описанных системах сложны, начиная с «элементарных» задач рационального проектирования продукции, т.е. определения параметров продукции, нацеленных на повышение ее интегрального качества, или на достижение его заданного уровня (например, при минимальных издержках на производство изделий):

$$k \rightarrow \max_x | I_{\text{ИПР}} = f(x), \quad (5)$$

или



$$C_{\text{произв}} \rightarrow \min_x |k = k_{\text{треб}}; I_{\text{ИиР}} = \text{fix}. \quad (6)$$

Например, воздушное судно представляет собой сложную систему, которая описывается большим количеством конструктивных параметров. Их согласование, «увязка» всех систем и подсистем, поиск компромисса между конфликтными характеристиками, удовлетворение ограничениям и нормам (экологическим, по безопасности полета и т.п.) – сложная оптимизационная задача с десятками ограничений и сотнями управляющих переменных. Ее сложность возрастает, если также определяются прочие параметры композитного блага, а именно, параметры системы послепродажного обслуживания изделий в парках эксплуатирующих организаций. Поэтому интуитивно угадать верное (или хотя бы субоптимальное) решение даже в таких задачах «низшего уровня» практически невозможно. Тем не менее, именно на такой принцип принятия решений ориентирована сложившаяся в России практика управления на всех уровнях.

В последнее время в оправдание волонтаризма в принятии ответственных стратегических решений часто звучат апелляции к истории советской высокотехнологичной промышленности и примерам гениальных конструкторов прошлого. Рассказывается о том, как их интуиция и опыт позволяли буквально угадать нужные пропорции, линии обводов перспективных изделий, либо, оценить визуально, что те или иные решения ошибочны, поскольку «некрасивое не летает». В связи с этим необходимо отметить несколько важных аспектов.

Экспертные оценки как таковые основаны на «мягкой», неформальной аппроксимации человеческого мозгом предшествующего опыта. При этом практически все известные генеральные авиаконструкторы советской эпохи имели опыт авиамоделизма, самостоятельного создания (т.е. разработки и изготовления) планеров или иных легких воздушных судов, а также, часто, и опыт управления ими. К своим наиболее известным и успешным проектам они шли через десятки менее масштабных проектов (зачастую неудачных, подробнее см., например, [6] и другие работы по истории конструкторских бюро и инженерных школ). Отождествление, в плане квалификации и опыта, лиц, ныне занимающих ответственные позиции в российской высокотехнологичной промышленности (причем, позиции как чисто управленческие, так и «технические»), с теми историческими личностями нуждается в дополнительном обосновании.

В настоящее время техника и технологии становятся все сложнее, и современная высокотехнологичная продукция уже создается отнюдь не гениями-одиночками. Причем, обширный накопленный опыт советских конструкторов срабатывал именно при создании техники все того же технологического уклада. Уже при переходе к сверхзвуковым самолетам конструкторы столкнулись с целым рядом проблем и опасных явлений, в принципе

незнакомых авиастроителям по прежнему «дозвуковому» опыту. Без обращения к науке (которой пришлось выполнять большой объем «догоняющих» исследований, устраняя недостатки изделий, иногда даже поступивших в эксплуатацию, подробнее см. [6, 22]) проектные решения приводили к систематическим катастрофам, недостижению заданного уровня характеристик и к системной неэффективности новых летательных аппаратов.

Следует учитывать и аспекты, связанные с ценой ошибок и ответственностью за ошибки. В настоящее время гораздо ниже общественно приемлемый уровень ущерба от ошибочных решений, в особенности, в части техногенной опасности. Значительный научно-технический прогресс позволил с начала эпохи массовой гражданской авиации, т.е. приблизительно с середины XX века, на несколько порядков снизить частоту авиакатастроф и даже сократить абсолютное количество погибших в них людей (несмотря на то, что объемы перевозок также возросли более чем на три порядка). Но освоение в эксплуатации ряда новых изделий мирового и отечественного авиастроения в 1950-1970-е гг. сопровождалось такими потерями (в т.ч. вследствие ошибочных конструкторских решений), которые в начале XXI века уже считались бы неприемлемыми.

При этом не следует забывать, что и сами ЛПР в соответствующую эпоху были готовы нести высокую ответственность за принятые решения и их последствия. Не касаясь моральной и юридической сторон вопроса, напомним, что многие известные советские конструкторы в авиастроении, ракетно-космической промышленности, ядерном оружейном комплексе и т.п. отбывали наказание в виде лишения свободы, некоторые были казнены. Причем, формально, как правило, наказание следовало именно за неправильные управленческие решения, от собственно конструкторских до распределения ресурсов. Разумеется, такой уровень личной ответственности за ошибки в промышленной сфере в современном обществе уже считался бы неприемлемым.

Заметим, что в приводимых примерах «гениальности» конструкторов прошлого речь идет, как правило, именно об аэродинамической компоновке, которая является наглядной и воспринимается визуально. Благодаря этому мозг опытных конструкторов прошлого в самом деле мог провести «мягкую», неформальную аппроксимацию множества известных им внешних обликов летательных аппаратов, успешных и неудачных, и выработать приемлемое решение. Интуитивное «угадывание» верного решения в случаях выбора менее наглядных или вообще ненаблюдаемых явным образом параметров, причем, в многосвязных системах – например, когда нужно определить рациональные параметры сети послепродажного обслуживания и комплекса соответствующих услуг – представляется практически невероятным и пока не зафиксировано в истории.

При этом в новейшей истории отечественной высокотехнологичной промышленности зафиксирован ряд масштабных провалов, вызванных волюнтаризмом и сознательным игнорированием научных рекомендаций, ряд ошибочных решений на всех уровнях их принятия – от «технического», конструкторского, до системного, определяющего стратегии развития высокотехнологичных отраслей российской промышленности. Нижеследующий обзор лишь иллюстрирует типичные случаи и ни в коем случае не претендует на полноту.

В источниках [2, 5] приводятся примеры чисто конструкторских просчетов при создании в России новой высокотехнологичной продукции, в т.ч. оборонного назначения. Имеют место невыполнение (или даже принципиальная невыполнимость в рамках принятых проектных решений, выявленная уже после их воплощения) требований заказчиков к характеристикам продукции, систематические срывы сроков и перерасход ресурсов. Особо важно, что такие проблемы признаны официально, например, на уровне Министерства обороны РФ. Причем, осознана и признана их фундаментальная причина – разработка новых образцов продукции без достаточного научно-технического задела (НТЗ), подробнее см. [20].

В начале 1990-х гг., несмотря на наличие вполне современных на тот момент гражданских воздушных судов и авиадвигателей (самолеты семейств Ту-204 и Ил-96, двигатели семейства ПС-90), по основным технико-экономическим характеристикам практически не уступавших зарубежным аналогам соответствующего поколения, и даже предлагавшихся по существенно более низким ценам, российское гражданское авиастроение проиграло конкурентам не только внешние, но даже внутренний рынок. Поскольку номинальные стоимости летного часа или пассажиро-километра российской и зарубежной авиационной техники были или очень близки, или даже немного различались в пользу российских изделий, проигрыш в конкуренции объяснялся даже конспирологическими версиями. При этом ответственные лица авиационной промышленности и отраслевой науки игнорировали мнение самих потенциальных заказчиков и научные рекомендации [7, 8, 10], в которых даже математически доказывалось, что основные проблемы на тот момент лежали в сфере послепродажного обслуживания авиационной техники, особенно в новых условиях, при появлении множества независимых авиакомпаний, не заинтересованных в содержании собственной системы технического обслуживания и ремонта.

В данном случае налицо ошибочные продуктовая и процессная стратегии российской авиационной промышленности, вызванные непониманием сложной природы продукции отрасли (напомним, что она представляет собой композитное благо: изделия плюс послепродажное обслуживание). Интересно заметить, что и до настоящего времени проблема эффективной организации послепродажного обслуживания авиационной техники российского производства не решена, хотя ее важность уже официально

осознана и декларируется во всех стратегических документах [4]. При этом до сих пор у лиц, принимающих решения, нет осознания того, что это – масштабная научно-техническая и организационно-экономическая проблема, требующая для своего решения разработки и регулярного применения разнообразных математических и компьютерных моделей, фундаментального понимания процессов технической и коммерческой эксплуатации авиационной техники. И никакое механическое «заимствование передового зарубежного опыта» эту проблему не решит.

Продукты, которые официально планировались как «прорывные», способные вернуть российскому авиастроению значимую долю на мировом и внутреннем рынках, обеспечить выход на самокупаемые объемы производства, пока не оправдали таких надежд, и нет оснований надеяться на это в будущем. Прежде всего, имеются в виду ближнемагистральные самолеты семейства SuperJet, среднемагистральные самолеты семейства МС-21, и т.п. При этом научный анализ заблаговременно показывал (см., например, [14]), что декларируемые коммерческие цели этих проектов недостижимы при нынешнем уровне технологического развития авиастроения (тем более что значительные сдвиги сроков выхода на рынки дополнительно подорвали рыночный потенциал этих продуктов – а влияние этого фактора, опять-таки, было исследовано еще в начале 2000-х гг., см. [17]).

Наконец, российское авиастроение в целом систематически показывает негативные финансовые и производственно-экономические результаты своей деятельности, несмотря на декларируемые в стратегических документах планы (в основном, заведомо невыполнимые). Причем, как показала проверка Счетной палатой работ, проводившихся в обоснование соответствующих стратегических решений по развитию отрасли [18], методический уровень этого обоснования очень низок. Фактически, никакого научного (финансового, инженерно-экономического, социально-экономического и т.п.) анализа принятых решений и их последствий не было проведено – несмотря на расходование значительных средств, привлечение авторитетных организаций и массовый опрос экспертов. Т.е. имела место профанация необходимого «умного управления», тогда как вышеописанные задачи даже не были поставлены. В целом ряде научных работ были вскрыты системные причины неудовлетворительного положения дел в сфере стратегического планирования в Российской Федерации, в т.ч. обусловленные действующим Законом о стратегическом планировании № 172-ФЗ, см. [15]. Недавний отчет Счетной палаты РФ [19] прямо указывает на то, что по сути в стране не работает система государственного стратегического планирования. И основная доля претензий к ней состоит именно в субъективизме принимаемых решений, в их формальном «обосновании».

Таким образом, принятие «интуитивных» решений в настоящее время пока систематически приводит к их ошибочности и вытекающим из нее по-

терям. Такой подход принципиально неприемлем и неприменим в современных условиях. А соответствующие апелляции к историческому опыту, как обосновано выше, фактически некорректны.

Приводятся примеры удачно угаданных гениальными конструкторами решений, тогда как существует не менее обширный опыт принятых ими же ошибочных решений. Он ничуть не принижает их заслуг, поскольку им приходилось работать в условиях отсутствия или дефицита научной базы, объективных расчетных методов выработки, проверки, обоснования решений. В настоящее время, как правило, такие методы уже есть – но они игнорируются в пользу волонтаристских подходов. И уже в таких условиях, при наличии научно обоснованных альтернативных решений, принимать волонтаристские «гениальные» решения – значит, сознательно наносить ущерб экономике и национальной безопасности страны, нередко даже здоровью и жизни граждан. Иначе говоря, в высокотехнологичной сфере необходимо право на ошибку и обоснованный риск (подробнее см., например, [11]) – но лишь в тех случаях, когда можно говорить именно об ошибке в силу неопределенности и недостаточной изученности проблем современной наукой, а не о сознательном игнорировании научных рекомендаций.

#### **Задачи управления, реально решаемые в российской высокотехнологичной промышленности**

Нередко приходится слышать, что ЛПР на самом деле понимают, по крайней мере, на качественном уровне, сложность решаемых управленческих задач и суть их рациональных решений. Но по политическим соображениям они вынуждены, например, декларировать планы выхода отрасли на самокупаемость и завоевания значительных долей рынков. А по сути сознательно решают социальные задачи поддержания жизнедеятельности предприятий и их коллективов (наподобие задачи (3) из числа описанных выше). Однако анализ успешности решения этих задач (как показано выше, более сложных, чем чисто коммерческие задачи (1) или (2)) также не подтверждает этой гипотезы.

Гражданская авиационная техника российского производства практически не вносит вклад в решение национальных задач, в т.ч. социальных – а это, прежде всего, обеспечение транспортной доступности территории страны. Рынки магистральных самолетов практически полностью заняты зарубежными конкурентами, и доля новых российских самолетов в транспортной работе российской гражданской авиации пока мала. Но в России существует и другая, потенциально емкая и стратегически значимая ниша рынка гражданской авиационной техники. Более двух третей ее территории относится к труднодоступным и малонаселенным регионам, в которых авиация становится основным видом транспорта. При этом местные воздушные линии в таких условиях требуют (причем, это обусловлено именно системными технико-экономическими соображениями, подробнее см. [16]) и специфических воздушных судов – малой вместимости (до 19, а часто и

до 9 мест), с высокими взлетно-посадочными характеристиками, расширенными условиями базирования и эксплуатации, всепогодной и круглогодичной.

Социально-экономическая и природно-географическая специфика Российской Федерации требует создания достаточно массовой «авиации для России», причем, эти потребности не удовлетворяются импортными изделиями аналогичного класса. Однако почти за 30 лет развития современного российского авиастроения не было создано современного, эффективного и массового воздушного судна для таких регионов. Это не единственная, но одна из главных причин, по которым местные воздушные линии существенно деградировали и не восстановились даже несмотря на субсидирование. Даже на дотируемых социально значимых маршрутах нередко частоты рейсов 1-2 раза в неделю, что обеспечивает неприемлемое, по современным меркам, качество транспортного обслуживания. Причем и это состояние дел может ухудшиться по мере выбытия из парка устаревших морально и физически советских ВС типов Ан-2 и т.п.

В свою очередь, нынешние попытки разработать и освоить производство соответствующих классов ВС бессистемны и хаотичны (см. [3, 21]) хотя бы потому, что вначале не решена концептуальная проблема – какими должны быть соответствующие ВС (их вместимость, скорость, дальность полета и т.п.) и в целом авиатранспортная система соответствующих регионов. Хаотический характер меняющихся ответов на эти вопросы вызван отсутствием какого-либо научного обоснования. Опасность принятия нерациональных решений в этой сфере усугубляется крайней ограниченностью ресурсов. Средства, которые могут быть выделены из консолидированного бюджета России на дотирование местных авиаперевозок, в принципе не позволяют обеспечить их приемлемое качество при нынешнем уровне развития технологий и, соответственно, эксплуатационных затрат ВС. Поэтому даже задача «обеспечить социальную стабильность» может быть не выполнена.

В принципе, предприятия и отрасли могут работать в убыток, но успешно решать возлагаемые на них государственные задачи, создавая общественно значимые блага за счет приемлемого уровня субсидирования (см. задачу (4), поставленную выше). Однако, если они не обеспечивают требуемого «выхода», их субсидирование превращается в чистое содержание работников отрасли, и гораздо выгоднее с общегосударственной точки зрения отказаться от имитации производственной и научно-технической деятельности. Т.е. в рассмотренной выше задаче (3) выбирается следующее вырожденное решение, которое и в самом деле обеспечит минимум потерь государственного бюджета:

$$\Delta BD_{\text{отрасль}} = w_{\text{треб}} \cdot L_{\text{треб}}; \quad I_{\text{мощн}} = I_{\text{техн}} = I_{\text{ИиР}} = 0.$$

Фактически, по мере ужесточения бюджетных ограничений, и происходит движение в указанном направлении, причем, первыми сворачиваются

затраты на исследования и разработки как наиболее «бесполезные» для отрасли, не планирующей разрабатывать и производить конкурентоспособную, эффективную (хотя бы и для решения социальных задач) и востребованную продукцию. Финансирование научно-исследовательских организаций также ведется по лимитному принципу, для номинального сохранения занятости и научного потенциала (реальное его сохранение при этом маловероятно). Т.е. задача (3) из числа поставленных выше на практике чаще всего не решается – в отличие от задачи (4), которая имеет практический смысл для народного хозяйства.

Возникает вопрос: какие же задачи реально решают ЛППР в высокотехнологичной сфере, причем, не испытывая потребности в «умном управлении», в расчетном формировании и обосновании принимаемых решений? По мнению авторов, фактически решаются лишь локальные задачи максимизации суммы получаемых дотаций при соблюдении ряда ограничений. Причем, эти ограничения не касаются реального качества создаваемой и производимой продукции, и даже объемов ее выпуска. Они сводятся к формальному соблюдению действующего законодательства. Прежде всего, на предприятиях нельзя допускать нецелевого расходования средств. Иногда этот императив приводит при действующих правилах к их неэффективному расходованию (см., например, [12]) – которое, впрочем, не считается грубым нарушением, хотя может наносить ущерб, превышающий ущерб от нецелевого расходования. На уровне органов государственного управления, финансирующих высокотехнологичную промышленность, успешность исполнения государственных программ сводится к выполнению плана мероприятий и кассового плана. Оптимизационные задачи вида *«получить у государства как можно больше денег, и чтобы не посадили в тюрьму»* с формальной точки зрения примитивны и в самом деле не нуждаются в многодисциплинарном математическом моделировании – успешность их решения больше зависит от коммуникативных навыков ЛППР.

На уровне национальной экономики такое положение дел приводит к стагнации экономического развития (в котором высокотехнологичные отрасли не участвуют должным образом ни своими доходами, ни своей продукцией, применяемой другими отраслями), к деградации высокотехнологичной промышленности вместо ее развития. Предприятия в итоге даже не пытаются создать продукцию, полезную потенциальным потребителям, способствующую решению социальных задач и, тем более, конкурентоспособную на открытом рынке и рентабельную в производстве. Невостребованность моделей, необходимых для решения соответствующих задач, явно свидетельствует о том, что они даже не ставятся, – а, следовательно, о том, что реальная деятельность организаций и руководителей не отвечает ни коммерческим, ни государственным интересам.

В свою очередь, невостребованность «умного управления» в российской высокотехнологичной сфере приводит к деградации соответствующих

компетенций или к тому, что модели, необходимые для решения описанных в этой работе задач, вообще не создаются – тогда как большая их часть пока отсутствует. В условиях рыночной экономики практически не было создано отраслевой экономической науки, сравнимой по уровню развития с советской. Особенно силен дефицит моделей, необходимых для принятия стратегических решений на предприятиях (задача (2)), в органах государственного управления – как на уровне отраслей (задача (3)), так и на межотраслевом уровне (задача (4)). Причем, для решения задач разных уровней часто требуются идентичные модели – например, модели применения высокотехнологичной продукции по назначению, которые необходимы как для оценки ее конкурентоспособности на уровне предприятия-разработчика, так и для межотраслевого согласования государственных решений. В то же время, и в части моделей «инженерно-конструкторского» уровня, необходимых для решения задач (5, 6), несмотря на развитие методов математического и компьютерного моделирования, наблюдаются проблемы. Иногда даже в этой сфере предпочтение отдается «экспертному», а по сути, волюнтаристскому подходу, с соответствующими результатами.

### **Заключение**

Задачи управления развитием высокотехнологичных отраслей становятся сложнее по мере нарастания уровня управления: от конструкторских задач к коммерческим и государственным (отраслевого и межотраслевого уровней). И даже на низших уровнях они являются сложными в силу сложности самих высокотехнологичных изделий, областей их целевого применения, процессов разработки и производства. Интуитивное, экспертное определение рациональных решений в таких задачах практически невозможно. Необходим развитый инструментарий многодисциплинарного математического моделирования.

В то же время, в принятии соответствующих решений преобладает волюнтаризм, часто прикрытый формально экспертными процедурами. Ссылки на успешный опыт интуитивного принятия решений выдающимися конструкторами и руководителями советской эпохи некорректны и неактуальны в современных условиях. Волюнтаристские решения приводят к масштабным потерям для высокотехнологичной промышленности, в целом для народного хозяйства и национальной безопасности.

Показано, что фактически лица, принимающие решения, решают гораздо более примитивные задачи, не требующие математического моделирования и реального научного обоснования. В то же время невостребованность «умного управления», реальных математических моделей в высокотехнологичной сфере может служить и индикатором несоответствия действий руководителей государственным интересам Российской Федерации.



### Литература

1. Байбакова Е.Ю. Анализ влияния организационной структуры отрасли на себестоимость наукоемкой продукции // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 35 (221). – С. 29-39.
2. Борисов Ю.И. Особый задел // Военно-промышленный курьер. 09 марта 2017 г.
3. Воробьев А. Минпромторг поручил разработку нового «кукурузника» заводу Махмудова // Ведомости. 18 октября 2019 г.
4. Государственная программа Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 годы». URL: <http://www.minpromtorg.gov.ru/ministry/fcp/avia2013-2025>.
5. Гусаров Р.В. Ил-112 – долгая дорога в небо // портал АЕХ.RU. 15 апреля 2019 г. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.aex.ru/docs/3/2019/4/15/2910/> (дата обращения – 01.02.2020).
6. Даффи П., Кандалов А.И. А.Н. Туполев – человек и его самолеты. – М.: Московский рабочий, 1999. – 264 с.
7. Кирпичев И.Г., Кулешов А.А., Шапкин В.С. Основы стратегии формирования конкурентных преимуществ российской авиационной техники на современном этапе. – М.: ГосНИИ ГА, 2006. – 282 с.
8. Ключков В.В. Организационно-экономический анализ конкурентоспособности отечественных авиадвигателей // Технология машиностроения. 2004. № 6. – С. 74-78.
9. Ключков В.В. Оценка экономической эффективности интеграции авиационного двигателестроения // Полет. 2006. № 7. – С. 28-33.
10. Ключков В.В. Организация конкурентоспособного производства и послепродажного обслуживания авиадвигателей. – М.: Экономика и финансы, 2006. – 464 с.
11. Ключков В.В. Управление инновационным развитием наукоемкой промышленности: модели и решения. – М.: ИПУ РАН, 2010. – 168 с.
12. Ключков В.В., Вдовенков В.А. Задержки реализации инвестиционных проектов развития производственного потенциала предприятий авиационной промышленности // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2015. № 8 (242). – С. 13-26.
13. Ключков В.В., Горшкова И.В. Проблемы управления развитием «малой авиации» и авиатранспорта малонаселенных регионов России // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 47 (374). – С. 36-51.
14. Ключков В.В., Гусманов Т.М. Проблемы прогнозирования спроса на перспективные пассажирские самолеты российского производства // Проблемы прогнозирования. 2007. № 2. – С. 16-31.
15. Ключков В.В., Селезнева И.Е. Стратегические и прогнозные исследования и разработки: проблемы методологии и организации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. Том 13. Выпуск 3. – С. 449-463.
16. Ключков В.В., Рождественская С.М., Фридлянд А.А. Обоснование приоритетных направлений развития авиационной техники для местных воздушных линий // Научный вестник ГосНИИ ГА. 2018. № 20 (331). – С. 93-102.
17. Ключков В.В., Русанова А.Л., Максимовский В.И. Экономико-математическое моделирование процессов освоения серийного производства новых гражданских самолетов // Вестник Московского авиационного института. 2010. – С. 235-245.
18. Отчет о результатах контрольного мероприятия «Проверка законности проведения конкурсов и заключения контрактов для государственных нужд, а также целевого и эффективного использования бюджетных средств, выделенных в рамках федеральных целевых программ «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002–2010 годы и на период до 2015 года», «Модернизация Единой системы организации

- воздушного движения Российской Федерации (2009–2015 годы)», «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)». Электронный ресурс. Режим доступа. URL: <http://www.ach.gov.ru/activities/bulleten/568/16521/> (дата обращения – 06.03.18).
19. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Стратегический аудит формирования и достижения показателей деятельности федеральных органов исполнительной власти, руководство деятельностью которых осуществляет Правительство Российской Федерации, в 2017–2018 годах и истекшем периоде 2019 года». Электронный ресурс. Режим доступа. URL: <http://audit.gov.ru/checks/9657> (дата обращения – 06.02.2020).
20. Управление научно-технологическим развитием высокотехнологичной промышленности: проблемы и решения / Под ред. А.В. Дутова, В.В. Клочкова. – М.: НИЦ «Институт им. Н.Е. Жуковского», 2019. – 248 с.
21. Фролов А. Россия создаст самолет нового поколения для местных авиалиний // сайт Политэксперт.ру. 06 июня 2019 г. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://politexpert.net/154428-rossiya-sozdast-samolet-novogo-pokoleniya-dlya-mestnykh-avialinii>.
22. ЦАГИ – основные этапы научной деятельности, 1968-1993. – М.: Наука, Физматлит, 1996. – 576 с.

---

*Поступила в редакцию*

*14.01.2020*

**Селезнева Ирина Евгеньевна** – младший научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва, Россия.

**Selezneva Irina Ev.** – Junior Researcher, Institute of Control Science RAS, Moscow, Russia.

**Клочков Владислав Валерьевич** – доктор экономических наук, кандидат технических наук, заместитель генерального директора Национального исследовательского центра «Институт им. Н.Е. Жуковского», г. Жуковский, Россия; ведущий научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва, Россия.

**Klochkov Vladislav V.** – Doctor of Economics, Candidate of Engineering Science Deputy General Director in National Research Center «N.E. Zhukovsky Institute», Zhukovsky, Russia; Leading Researcher in Institute of Control Science, RAS, Moscow, Russia.

Россия, 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 65  
65, str. Profsoyuznaya, Moscow, 117997, Russia  
Россия, 140180, г. Жуковский, ул. Жуковского, 1  
1, Zhukovsky str., 140180, Zhukovsky, Russia  
e-mail: ir.seleznewa2016@yandex.ru  
e-mail: vlad\_klochkov@mail.ru