

СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ОСНОВА ПРОЕКТНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

ГОЛУБЕВ Иван Семенович — Московский авиационный институт (государственный технический университет), советник-консультант, д.т.н., профессор
125293, Москва, Волоколамское шоссе, А-80, ГСП, 3, МАИ; телефон (499) 158-43-41

Ivan S. GOLUBEV — Moscow Aviation Institute (State Technical University), adviser, doctor, professor
125993, Moscow, Volokolamskoye shosse, A-80, GSP-3, MAI; phone: (499) 158-43-41

ЛЕВОЧКИН Сергей Борисович — ОАО Машиностроительное конструкторское бюро «Факел», исполнительный директор, к.т.н.
141401, Московская обл., г. Химки-1, ул. Академика Грушина, д. 33; тел.: (495) 571-44-94

Sergey B. LEVOCHKIN — State machine-building design office «Fakel», chief executive, candidate of science
141401, Moscow region, Himki-1, street of Academic Grushin 33; phone: (495) 571-44-94

Фактическая конкурентоспособность ЛА формируется рынком по многим формальным и неформальным признакам при совершении актов купли-продажи. Эти признаки (конкурентные преимущества) наряду с целевой эффективностью должны быть предусмотрены и обеспечены при проектировании ЛА. В статье предлагается концепция проектной конкурентоспособности ЛА, определяющими факторами которой являются техническое совершенство, конкурентные преимущества и рыночная цена.

Actual competitiveness of flying vehicles is formed by the market to many formal and informal signs at acts of purchase and sale. These signs (competitive advantages) along with target efficiency, should be provided at designing of flying vehicles. In article the concept of design competitiveness of the flying vehicles is offered, defining which factors are the technical perfection, competitive advantages and a market price.

Ключевые слова: концепция, объектно-ориентированное проектирование, база знаний, целевая эффективность, техническое совершенство, конкурентное преимущество, прогностическая цена.

Key words: the concept, object-oriented designing, the knowledge base, target efficiency, the technical perfection, competitive advantage, predicted price.

Создание сложных народно-хозяйственных и военных технических систем (в том числе новых типов ЛА) обычно рассматривается как технико-экономическая задача. Так было многие годы. В современных условиях такой взгляд следует признать односторонним. Сегодня требования успешности творческой деятельности и результативности про-

ектируемых изделий на первое место выдвигают проблему конкурентоспособности продукции. Практическое обеспечение конкурентоспособности новой техники пока реализуется не самым лучшим образом. При этом основной причиной является неопределенность факторов, определяющих конкурентоспособность, что негативно отражается на

процессах обеспечения конкурентоспособности при разработке новой техники.

Ответ на вопрос, какие факторы определяют конкурентоспособность новой техники, дает рынок на основе неформального обобщения потребительского спроса. Анализ спроса и результатов продаж формирует различные концепции конкурентоспособности новой техники. По нашему мнению, главными составляющими конкурентоспособности ЛА являются техническое совершенство, конкретные конкурентные преимущества, отражающие современные достижения НТП, и обоснованная рыночная цена. Технологии и объем фактической реализации этих факторов в процессе проектирования ЛА определяют уровень его конкурентоспособности. Рассмотрим указанные факторы.

Целевая эффективность ЛА

В практической деятельности проектировщикам новой техники приходится сталкиваться с большим количеством разнообразных задач и, пожалуй, таким же количеством разнообразных подходов к оценке эффективности. В интересах конкретности будем рассматривать эффективность беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Для таких ЛА целевая эффективность — это системная характеристика, определяемая рамками функциональной операции.

Непосредственное описание всей совокупности действий в сложной операции затруднительно в связи с их разнообразием и большим числом элементов системы, выполняющих эти действия. Поэтому при расчете выделяют типовые составляющие операции и для каждой из них разрабатывают типовые математические модели.

Задачу оценки целевой эффективности операции чаще всего сводят к оценке эффективности одного ЛА, функционирующего в условиях типовой операции. Если один ЛА недостаточно эффективен, то предполагается использование наряда БЛА. При этом обычно считают, что все ЛА функционируют в одинаковых условиях и имеют одинаковые значения эффективности.

Введение типовых операций и соответствующих им типовых моделей позволяет свести высокую степень неопределенности целевой обстановки, системы ПВО и внешней среды к неопределенности принятых моделей, учесть опыт специалистов, упростить исследования, рассмотреть задачу для нескольких возможных моделей и принимать решение.

При использовании типовых операций модель эффективности БЛА представляют в виде произве-

дения вероятностей выполнения аппаратом различных фаз операции с учетом возможного противодействия. Укрупненно типовую операцию можно представить в виде следующих фаз:

- преодоление возможного огневого и радиоэлектронного противодействия противника;
- обеспечение надежности;
- выполнение целевой задачи.

Вероятность выполнения перечисленных фаз одним БЛА будет

$$W_{ц} = (1 - k_{рээ} P_{ПВО}) W_{п.ц} W_{н}, \quad (1)$$

где $k_{рээ}$ — коэффициент снижения эффективности систем ПВО в случае применения на БЛА средств радиоэлектронной защиты (РЭЗ); $P_{ПВО}$ — интегральная эффективность средств ПВО, которые могут включать в себя истребительную авиацию, зенитно-ракетные комплексы; $W_{п.ц}$ — вероятность поражения цели, т.е. выполнения целевой задачи; $W_{н}$ — надежность БЛА и средств управления комплекса.

Характеристики противодействия зависят от тактики воздушной операции и возможностей радиолокационных систем. При этом эффективность преодоления БЛА зоны ПВО в соответствии с формулой (1) оценивают вероятностью

$$W_{ПВО} = 1 - k_{рээ} P_{ПВО}, \quad (2)$$

основные составляющие которой (вероятность обнаружения БЛА, вероятность обстрела и поражения БЛА и др.) являются характеристиками наземных средств ПВО. Собственно БЛА формирует рассматриваемую ниже вероятность выполнения целевой задачи $W_{п.ц}$ и надежность БЛА $W_{н}^{БЛА}$.

Оценка эффективности в форме (1) при необходимости (например, при проектировании) может быть расширена до критериального уровня. С общих позиций целевое предназначение любого ЛА состоит в транспортировке некоторого целевого груза. *Транспортное совершенство*, следовательно, может и должно рассматриваться в качестве обобщенной целевой характеристики, если функция транспортировки понимается реалистично. Реальный подход состоит в том, что доставка целевого груза в нужную зону пространства и выполнение им поставленной задачи оцениваются показателем W_{Σ} , составной частью которого является вероятность «интегрального противодействия» (1) функционированию БЛА.

С учетом изложенного интегральный показатель W_{Σ} можно представить в виде

$$W_{\Sigma} = W_{ц} A, \quad (3)$$

где A — показатель транспортного совершенства БЛА.

Оценка транспортного совершенства — очень непростая задача. Полезная информация и анализ различных оценок транспортного совершенства приведены в работе [3]. Обычно предпочтение отдают оценкам, в основе которых лежат физические величины: работа, энергия, производительность, продолжительность или другие характеристики транспортировки. Очень важно эти характеристики увязывать с основными проектными параметрами БЛА.

По нашему мнению, транспортное совершенство следует оценивать с позиции «эффект — затраты», где эффект — характеристика (результат) процесса транспортировки целевого груза массой $m_{ц.г}$, а затраты — ресурс, потребный для реализации транспортной функции.

Распространенной характеристикой транспортного процесса часто считают его общую производительность $m_{ц.г}L$ или часовую производительность $m_{ц.г}V$. Для высокоманевренных ракет важную роль играют как скорость, так и дальность полета. В этом случае транспортную функцию целесообразно оценивать суммарной энергией, которая требуется для транспортировки целевого груза, т.е. величиной $m_{ц.г}V^2L$.

Вторую составляющую критерия «эффект — затраты» для наших целей полезно представлять в виде материального ресурса, обеспечивающего транспортный процесс. Таким ресурсом является масса ЛА m_0 .

С учетом приведенных соображений критериальный показатель (3) будет

$$W_{\Sigma} = W_{ц} \frac{m_{ц.г} V^2 L}{m_0}, \quad (4)$$

где V и L — скорость и дальность полета.

Техническое совершенство ЛА

Содержание этого фактора формирует общий подход к определению сущности конкурентоспособности ЛА. Поэтому вначале полезно сделать акцент именно на общих подходах к конкурентоспособности. Таких подходов два. Первый из них в своей основе имеет соизмерение затрат с функциональными характеристиками изделий. В инженерной практике эта форма конкурентоспособности обычно трактуется как эффективность. При этом

термин «эффективность» рассматривается как смысловая характеристика, выражающая единство «эффект—затраты».

Важнейшим показателем эффекта (целевой отдачи) при создании ЛА является функциональная эффективность (1), которая должна реализовываться в некотором заданном диапазоне. Нижнюю границу этого диапазона, очевидно, можно рассматривать в качестве минимального значения целевой отдачи, т.е. в качестве известной величины. Сравнимые варианты при этом будут различаться стоимостью изделий [1].

Достоинствами трактовки конкурентоспособности на основе схемы «эффективность—стоимость» являются физическая определенность понятий, определяющих конкурентоспособность, накопленный опыт критериального анализа, а также доверие заказчика такому подходу.

За рубежом и частично в России конкурентоспособность изделий в соответствии с подходом «эффект — затраты» обеспечивается системами менеджмента качества (СМК) [2, 9]. Особенно широкое применение имеют СМК на базе стандартов ISO 9000:2000. (В мире зарегистрировано свыше 600 тыс. таких систем.) Содержание стандартов ISO 9000:2000 направлено на четкую регламентацию требований по следующим направлениям:

- ответственность руководителя за уровень качества изделия и эффективность;
- управление ресурсами;
- производство продукции (на основе сертифицированных технологий);
- измерение, анализ, контроль и совершенствование компонентов СМК.

В последние годы широко рекламируется система TQM (Total Quality Management — всеобщее управление качеством) [2, 9]. TQM — это система, предусматривающая всестороннее целенаправленное и хорошо скоординированное применение систем и методов управления качеством во всех сферах деятельности — от исследований и разработок до послепродажного обслуживания при участии руководства и служащих всех уровней, рациональном использовании технических возможностей.

Всеобщее управление качеством — это конкретная технология руководства всеми процессами обеспечения конкурентоспособности. Система реализуется благодаря использованию математического аппарата, статистических методов контроля, а также благодаря применению определенного набора приемов и средств.

Стандарты ISO и зарубежный опыт широко пропагандируются и используются в нашей стране.

За последние два десятилетия в России сертифицировано свыше 300 СМК. Однако пока все эти системы работают недостаточно эффективно и не оказывают должного влияния на качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции [9].

По нашему мнению, причиной является неудовлетворительная адаптация зарубежных моделей СМК к российской действительности. Распространенная ныне тенденция использования западных подходов (в управлении, в образовании) вряд ли конструктивна, поскольку они построены на иных принципах. Начинать надо не с методик, а с формирования новой философии, в основе которой создание новой среды на базе научного подхода. Люди в наше время постоянно видят, что призывы и программы руководства меняются чрезвычайно быстро; нет стабильности. Требуется время, чтобы у людей появилась вера в реализуемость национальной идеи (качество жизни), выполнение которой — это не проект, не программа, это никогда не заканчивающийся процесс, это — навсегда.

Есть еще и вторая сторона менеджмента качества. В зарубежных методиках акцент делается на всеобщность, комплексность, системность менеджмента. Хотя это во многом и обоснованно, однако при этом пропадает базис, нет системообразующих положений.

Базисом в наших условиях является техника. Ее потребительские свойства определяют степень удовлетворения всех наших потребностей, начиная от бытовых и кончая обороноспособностью страны. Некачественная и неэкономичная техника — это отсталое государство, низкое качество жизни. Отсюда следует, что первоочередной целью государства должно быть качество и конкурентоспособность техники, обеспечиваемые преимущественно за счет внедрения результатов научно-технического прогресса (НТП), потому что новые прогрессивные свойства практически любых технических средств определяются исключительно научно-техническим прогрессом.

К наиболее общим прогрессивным свойствам систем относится *техническое совершенство*, поскольку оно отражает способность системы удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. Эти потребности в процессе развития человеческого общества непрерывно растут. Но одновременно растут и возможности общества.

Взаимосвязь «человек—техника» проявляется в стремлении иметь соответствие техники производительным возможностям общества. Это стремление подчиняется объективным законам развития техники, главным из которых является закон непре-

рывного научно-технического прогресса. Откуда и следует, что главным источником конкурентоспособности, ее основой, является техническое совершенство.

В соответствии с изложенным второй подход к определению проектной конкурентоспособности основывается на соизмерении технического совершенства ЛА с рыночной ценой. По нашему мнению, такое представление конкурентоспособности более полно отражает свойства ЛА, поскольку техническое совершенство — это не только характеристика нововведений, но одновременно и показатель целевой отдачи. Другими словами, конкурентоспособность в соответствии со второй схемой является трехмерным измерителем свойств ЛА, а именно: *«техническое совершенство — эффективность — стоимость»*, что очевидно более широко отражает свойства ЛА, чем предыдущая схема «эффективность — стоимость». В современных условиях очень важно, чтобы измерительный механизм конкурентоспособности ориентировал на новые информационно-управляющие и производственные технологии, на эффективное использование ресурсов и человеческого капитала, т.е. являлся двигателем интеллектуальной экономики.

Обратимся к содержательной стороне технического совершенства.

По определению, техническое совершенство нацелено на обеспечение требуемой эффективности ЛА (т.е. его целевого предназначения). Основопологающей характеристикой, формирующей целевые свойства ЛА, является эффективность использования массы — так называемая, весовая эффективность. Между свойствами и массой любой конструкции существует тесная связь, поскольку конструкция является материальной формой этих свойств. Вместе с тем следует особо подчеркнуть, что сама по себе весовая эффективность — не самоцель, целевая задача состоит в получении новых прогрессивных свойств изделий.

Масса — это материальный ресурс, определяющий характеристики и облик технических средств. За счет массы можно получить почти любые свойства изделия. Но при ограниченном ресурсе ($m_0 = \text{const}$) улучшение каких-либо свойств изделия может быть достигнуто лишь за счет ухудшения других свойств. Если же новые (улучшенные) свойства получены без увеличения массы, то можно утверждать, что имеет место использование результатов технического прогресса: новые свойства можно получить лишь на качественно новом уровне использования массы. В соответствии с этим логика создания более прогрессивных изделий не в том,

чтобы получать технические средства минимальной массы, а в том, чтобы создавать новые изделия, обладающие более прогрессивными свойствами, получаемыми без увеличения массы. Если это требование оказывается нарушенным, то эффект будет диаметрально противоположным, что многократно подтверждает история развития техники.

Результативность использования массы, как следует из сказанного, по существу отражает результативность использования достижений НТП. Количественной характеристикой этой результативности и является техническое совершенство изделия.

По своей сути техническое совершенство является характеристикой качества изделия, оцениваемой через аналогичную характеристику базового образца. В качестве базового образца обычно принимается аналогичное изделие, имеющее, как правило, наилучшие целевые характеристики. Если проектируемое и базовое изделия одного назначения имеют одинаковые массы ($m_0 = m_{0Б}$), но различные значения качества ($W \neq W_Б$), то качество W и есть техническое совершенство W^* проектируемого изделия. Если же $m_0 \neq m_{0Б}$, то качество W нельзя принимать за техническое совершенство: разность в этом случае может быть обусловлена не только НТП, но и простым увеличением массы. Поэтому в общем случае *техническое совершенство можно определить так — это характеристика качества:*

$$W^* = W_Б + \Delta W^*, \quad (5)$$

где составляющая ΔW^* создается только за счет прогресса науки и техники.

В существующих нормативных документах техническое совершенство четко не определено, что затрудняет и даже исключает количественные оценки результативности НТП. Приведенное выше определение конкретизирует это понятие и вычленяет новизну, т.е. ту часть качества, которая создана за счет прогресса науки и техники. При этом естественно предполагается, что качество изделия — более общее свойство, которое создается не только за счет прогресса науки и техники, но и за счет увеличения массы и оптимального распределения свойств.

Уровневая характеристика технического совершенства определяет *технический уровень изделия*. В соответствии с изложенным технический уровень — это относительная характеристика технического совершенства, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техничес-

кое совершенство изделия с соответствующими базовыми значениями, т.е.

$$K_{ТУ} = \frac{W_6 + \Delta W}{W_6} = 1 + \frac{\Delta W}{W_6}. \quad (6)$$

Требуемые уровни технического совершенства и конкурентоспособности обеспечиваются при проектировании новой техники за счет нововведений, создающих конкурентные преимущества.

Конкурентное преимущество

В глобальном плане конкурентных преимуществ всего два: техническое совершенство и производительность труда. Техническое совершенство придает изделию новые свойства, тем самым обеспечивает его преимущество перед конкурентом; производительность труда отражает трудозатраты, а в итоге — стоимость изделия. Источником обоих этих преимуществ являются результаты НТП.

В практическом плане два указанных конкурентных преимущества — это две большие группы конкурентных преимуществ, что отражает многообразие возможных проектных решений повышения конкурентоспособности ЛА. При выборе путей решения той или иной задачи проектировщик опирается на свою систему ценностей, свое представление о том, что хорошо и что плохо, что повышает конкурентоспособность, а что мало полезно. Проект — это определенная система взглядов конструктора, это акт творчества.

Однако надо видеть и другую сторону: система взглядов индивидуума может быть далеко не оптимальной и даже не рациональной. Проектанты и аналитики часто идут по пути отработанных конструкций: в этом случае меньше трудностей на этапе принятия решений. Расчет на «озарение» проектанта, хотя и не исключается, но в современных условиях мало эффективен. Развитие науки и вычислительной техники предоставляет проектировщикам новые возможности, которые требуют корректировки существующих методологий. Практической основой при выборе конкурентных преимуществ должны быть не столько «озарения» проектантов, сколько методологический подход, позволяющий системно анализировать и внедрять результаты НТП.

По нашему мнению, основным первоисточником для нововведений, определяющих конкурентные преимущества, должна стать научно-техническая Программа каждого опытного конструкторского бюро (ОКБ), отражающая государственные научно-технические Программы и содержащая конкретные перспективные инновации. Реализация такой Программы должна быть важной составной

частью теоретической, экспериментальной и производственной деятельности ОКБ, смежных предприятий, НИИ и вузов. Другим важным источником сведений о конкурентных преимуществах может быть информация, получаемая с помощью так называемых эвристических методов [1].

Технологии по формированию конкурентных преимуществ должны строиться на основе двух групп информационных нововведений, относящихся к методологии объектно-ориентированного синтеза сложных систем и принципам прогнозирования параметров с использованием базы знаний.

В основе объектно-ориентированного синтеза лежит представление о том, что сложную систему необходимо проектировать как совокупность взаимодействующих друг с другом объектов, рассматривая каждый объект как экземпляр определенного класса, причем классы образуют иерархию [4]. При этом требования к системе воспринимаются с точки зрения классов и объектов, выявленных в предметной области. В модель системы объекты вводятся на этапе проектирования, и их взаимодействие друг с другом служит механизмом отображения поведения объектов более высокого уровня. Объект обладает состоянием, поведением и идентичностью. Структура и поведение схожих объектов определяют общий для них класс. Состояние объекта характеризуется перечнем всех свойств данного объекта и текущими значениями каждого из этих свойств.

Для построения базы знаний системы предлагается использовать компьютерную модель изделия на основе объектно-ориентированной базы данных. Для описания изделия разрабатывается библиотека классов, реализующих функциональные связи его подсистем. С помощью этих классов создаются объекты, моделирующие структуру и функциональные связи рассматриваемых ЛА.

Набор классов, определяющих систему показателей конкурентоспособного изделия и методы их измерения, образуют одну подсистему классов; другую подсистему классов образуют классы, определяющие модели подсистем ЛА. Для обеспечения информационного взаимодействия между объектами этих подсистем классов разрабатывается интерфейс передачи показателей.

Результатом информационной обработки программных (или эвристических) сведений являются прогностические параметры конкурентных преимуществ в форме статистической или логической модели.

Третьим концептуальным фактором проектной конкурентоспособности является прогностическая рыночная цена ЛА.

Прогностические методы ценообразования

Исторически сложившаяся и частично действующая поныне система ценообразования исходит из принципа установления цены от «потребностей». Под потребностями в данном случае понимается компенсация в цене всех издержек предприятия-изготовителя, связанных с производством продукции, и включение в цену прибыли, необходимой предприятию для осуществления налоговых (фиксированных) и нефиксированных платежей, отчислений в фонды материального стимулирования, образования накоплений для развития своей социальной инфраструктуры и расширенного воспроизводства производственных фондов. Отражение в цене всех текущих и будущих затрат завода-изготовителя послужило причиной того, что такая система ценообразования получила название «затратной».

Основные недостатки затратной системы ценообразования — неуправляемость, отсутствие экономических ограничителей, неопределенность связи уровня цены с уровнем потребительских свойств новой техники, отсутствие побудительных мотивов к рациональному использованию ресурсов с целью сокращения издержек производства.

Альтернатива затратному ценообразованию была предложена еще в 1965 г. Институтом экономики АН СССР [5]. Основой этой концепции является идея *граничного ценообразования*, при которой цена продукции производственно-технического назначения устанавливается в промежутке между верхней максимально допустимой границей (верхним пределом) и нижней объективно необходимой границей (нижним пределом) цены на вновь создаваемую технику.

Цена верхнего предела определяется из условия равновыгодности нового и заменяемого изделий. Равновыгодность означает равенство показателей технико-экономической эффективности сравниваемых изделий. Эта цена (ее еще называют лимитная цена) определяет границу стоимости изделия, выше которой потребителю становится невыгодно приобретать ЛА по соображениям военно-экономической целесообразности.

Цена нижнего предела определяется, исходя из условия выгоды для разработчика (изготовителя) нового изделия. Данный уровень цены диктуется затратами, которые необходимы для разработки (изготовления) образца. Поэтому стоимостные показатели, отражающие данный уровень цен, часто называют «ожидаемыми затратами» или «прогнозируемыми затратами». Для определения цены нижнего предела используются методы, ориентированные на полный учет затрат, необходимых для разработки и изготовления ЛА.

Введение указанного выше диапазона цен определенным образом тормозит затратный механизм ценообразования от производителя. Однако для рыночной экономики этот тормоз недостаточен. Современная концепция ценообразования должна быть ориентирована на обеспечение конкурентоспособности, которую можно было бы оценивать на начальном этапе разработки ЛА, когда оценка нижнего предела цены довольно затруднительна.

Особо отметим, две границы цены оставляют неопределенной реальную цену, которая по идее должна лежать между указанными границами. Более того, принятый подход не дает ответа на вопрос, а является ли цена верхнего предела рыночной на реальном рынке, что особенно важно при продаже военной техники за рубеж.

Формирование потребной зависимости между рыночной ценой и техническими характеристиками ЛА может осуществляться несколькими методами. Основой этих методов является статистика цен ЛА. Для целей прогнозирования важно иметь упорядоченную статистику, связывающую цену с факторами развития. В соответствии с изложенным выше определяющим фактором развития ЛА является техническое совершенство, количественным измерителем которого служит технический уровень ЛА.

Ориентируясь на теорию трудовой стоимости (и, конечно, на статистику), будем полагать, что среднее значение технического уровня пропорционально *среднему* значению цены (стоимости), т.е. эти две средние величины связаны линейной зависимостью. Но, к сожалению, эта зависимость неизвестна. Она определяется на рынке продаж готовых изделий. На этапе проектирования зависимость «технический уровень — стоимость» может устанавливаться лишь на основе статистики.

Опыт показывает, что добротность статистических результатов существенно зависит от качества статистического материала. Очень важно, чтобы параметры анализируемых изделий, прежде всего параметры их целевого качества, отличались незначительно. При наличии большого числа объектов возникает необходимость агрегирования информации по числу рассматриваемых объектов и по описываемым параметрам. Исключительно актуальной является задача разбиения большого числа объектов на отдельные классы (кластеры) и нахождения обобщенного образа (т.е. некоторых средних характеристик) для каждого класса. Математической основой этих задач является кластерный анализ.

После подбора достаточно однородного статистического материала по ЛА и их ценам устанавливается функциональная связь между рыночной це-

ной и расчетным техническим уровнем. При наличии производственной статистики по затратам применяют *модифицированную статистическую модель* «технический уровень — цена». При этом в качестве верхнего предела цены принимают максимальное статистическое значение, а нижний предел, призванный обеспечить равновыгодность производства нового изделия по сравнению с выпускаемым, рассчитывают по затратной схеме «себестоимость плюс прибыль».

Далее, исходя из предпосылки, что верхний предел цены должен быть выше нижнего, рыночную цену нового изделия рассчитывают по формуле

$$Ц = Ц_n + \alpha_i (Ц_b - Ц_n), \quad (7)$$

где α_i — статистический коэффициент, формируемый рынком продаж.

В силу того, что $Ц_n$ содержит прибыль завода-изготовителя, произведение $\alpha_i (Ц_b - Ц_n)$ есть добавочная (дополнительная) прибыль завода-изготовителя с единицы изделия. Вместе с тем произведение $(1 - \alpha_i)(Ц_b - Ц_n)$ — экономический эффект с единицы изделия, остающийся у потребителя. При этом, чем больше партия поставки, тем выше общая масса дополнительной прибыли завода-изготовителя и общая величина экономического эффекта, получаемого потребителем.

Разделение экономического эффекта между потребителем и изготовителем имеет место при $0 < \alpha_i < 1$. Если $\alpha_i = 1$, то $Ц = Ц_b$ и весь эффект достается изготовителю. Поскольку в общем случае $0 < \alpha_i < 1$, налицо дополнительные стимулы у изготовителя к освоению и масштабному выпуску, а у потребителя — к освоению, развертыванию и масштабной эксплуатации нового изделия.

Однако все это имеет место в том и только в том случае, если верхний предел цены выше нижнего: $Ц_b > Ц_n$.

Если оказалось, что $Ц_b = Ц_n$, дополнительная прибыль отсутствует и цена на новое изделие устанавливается на уровне. Последнее означает, что переход на производство и эксплуатацию нового изделия взамен штатного оказывается для заинтересованных сторон равновыгодным, но не приносит дополнительного дохода ни той, ни другой стороне. Ситуация обостряется, если $Ц_n > Ц_b$. В этом случае принятие в эксплуатацию нового изделия приведет к снижению доходов потребителя или окажется убыточным, если потребитель в свою очередь не повысит цены на оказываемые им услуги или производимую продукцию. Очевидно, что последнее вызовет цепную реакцию роста цен на всех последующих переделах. Таким образом, действитель-

ность концепции граничного ценообразования зависит, прежде всего, от незыблемости верхней границы, т.е. выполнения условия $\Pi_{\text{н}} \leq \Pi_{\text{в}}$. Это по меньшей мере предотвратит рост цен на услуги (продукцию) потребителя новой техники.

Если производственная статистика по затратам отсутствует, а имеется лишь обобщенная статистика по рыночным ценам, то прогностическая цена ЛА определяется непосредственно на основе *статистической модели «технический уровень ЛА — цена»*. При этом следует иметь в виду, что статистика правдоподобно отражает взаимосвязь средних значений ТУ и цены, соответствующих стабильному рынку. Поэтому при нахождении цены нового ЛА первоначально зависимость ТУ — цена следует строить по данным продаж эксплуатируемых близких ЛА без учета рассматриваемого (создаваемого) нового типа ЛА.

Обработку статистического поля ТУ — цена целесообразно проводить методами математической статистики [5]. Общепринятым при решении подобных задач является так называемый метод наименьших квадратов, при котором требование наилучшего согласования аппроксимирующей зависимости $y = f(x)$ и статистических значений сводится к тому, чтобы сумма отклонений статистических значений от аппроксимирующей зависимости обрещалась в минимум:

$$\sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i)]^2 = \min. \quad (8)$$

В рассматриваемом случае аппроксимирующая зависимость предполагается линейной

$$y = ax + b, \quad (9)$$

где $y = \Pi_i / \Pi_6$ — приведенная к единому году относительная цена i -го ЛА; $x = K_{\text{ТУ}i}$ — значение технического уровня i -го ЛА, вычисленное относительно базового изделия. В качестве базового значения цены принимается среднее значение

$$\bar{\Pi}_i = \frac{\Pi_i}{\Pi_6}; \quad \Pi_6 = \Pi_{\text{ср}} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \Pi_i; \quad \bar{\Pi}_{\text{ср}} = \frac{\Pi_{\text{ср}}}{\Pi_6} = 1. \quad (10)$$

Технические уровни изделий рассчитываются по среднему (базовому) значению технического совершенства рассматриваемых изделий. При этом

$$K_{\text{ТУ}}^{\text{ср}} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I K_{\text{ТУ}i} = 1, \quad (11)$$

где I — общее число рассматриваемых изделий (статистическое поле).

Решение задачи (8) приводит к следующим результатам:

$$a = M_{\text{кц}} / D_{\text{к}}; \quad (12)$$

$$b = 1 - a. \quad (13)$$

Характеристики статистического поля (центральный момент $M_{\text{кц}}$ и дисперсия $D_{\text{к}}$) определяются по формулам

$$M_{\text{кц}} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I (K_{\text{ТУ}i} - 1)(\bar{\Pi}_i - 1); \quad (14)$$

$$D_{\text{к}} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I (K_{\text{ТУ}i} - 1)^2. \quad (15)$$

Итоговая зависимость (уравнение стоимостной прямой) имеет вид

$$\bar{\Pi}_i = \frac{M_{\text{кц}}}{D_{\text{к}}} (K_{\text{ТУ}i} - 1) + 1. \quad (16)$$

Для определения прогностической цены нового изделия с ориентацией на существующий стабильный рынок расчет проводится по формуле (16). При необходимости стоимостная прямая (9) может быть пролонгирована за пределы статистического поля.

При практическом применении приведенных зависимостей может оказаться удобнее вычислять статистические характеристики $M_{\text{кц}}$ и $D_{\text{к}}$ не по формулам (14) и (15), а через вторые начальные моменты:

$$M_{\text{кц}} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I K_{\text{ТУ}i} \bar{\Pi}_i - 1; \quad (17)$$

$$D_{\text{к}} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I K_{\text{ТУ}i}^2 - 1. \quad (18)$$

Для того чтобы формулы (17) и (18) не приводили к разностям больших чисел, рекомендуется перенести начало стоимостной прямой в начало координат.

Выводы

1. Рыночную конкурентоспособность ЛА предопределяет проектная конкурентоспособность, формируемая при проектировании ЛА. Ее определяющими факторами являются техническое совершенство ЛА, конкурентные преимущества и прогностическая рыночная цена.

2. Предложенная концепция формирования и оценки конкурентоспособности — это, по существу, новая философия проектирования ЛА, которая

строится на основе двух групп информационных нововведений, относящихся к методологии объектно-ориентированного синтеза сложных систем и принципам прогнозирования параметров с использованием базы знаний.

Библиографический список

1. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования / П.П. Афанасьев, И.С. Голубев, В.Н. Новиков и др.; Под ред. И.С. Голубева и И.К. Туркина. — 2-е изд. — М., 2008.

2. Бойцов Б.В., Кузнецов М.А., Элькин Г.И. Концепция качества жизни: проблемы в глобальном и региональном измерениях. — М.: Академия проблем качества, 2009.

3. Бурдаков В.Д. Квалиметрия транспортных средств (методика оценки эффективности использования). — М.: Изд-во стандартов, 1990.

4. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. — М.: Конкорд, 1992.

5. Голубев И.С., Левочкин С.Б. Грани качества и конкурентоспособности летательных аппаратов. — М., 2008.

6. Левочкин С.Б., Голубев И.С. Человеческий капитал — базовая составляющая развития новых технических систем // Вестник МАИ. 2003. № 1.

7. Левочкин С.Б., Светлов В.Г. Оценка технического совершенства зенитных ракет // Полет. 2004. № 1.

8. Развитие аэрокосмического образования: проблемы и тенденции / Под ред. А.Н. Герашенко, М.Ю. Куприкова, А.Ю. Сидорова. — М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009.

9. Фатхутдинов Р.А. Конкурентоспособность: Россия и мир. 1992-2015. — М.: Изд-во «Экономика», 2005.

ОАО Машиностроительное конструкторское бюро «Факел»

Московский авиационный институт
(государственный технический университет)