

**ОТРАСЛЕВЫЕ
ПРОБЛЕМЫ**

**ИНСТРУМЕНТАРИЙ КОНКУРЕНТНОГО АНАЛИЗА
ПРИ СОЗДАНИИ ОБЪЕКТОВ НОВОЙ ТЕХНИКИ
НА ПРИМЕРЕ АВИАСТРОЕНИЯ**

© 2015 г. Е.А. Бабенко, С.В. Скородумов

(Москва)

Статья посвящена построению экономико-математических моделей (ЭММ) конкурентного анализа (КА) и разработке алгоритмов принятия решений в составе СППР в организациях – производителях высокотехнологичной продукции на примере объектов авиационной техники (ОАТ), среди которых выделяются потенциально конкурирующие перспективные виды летательных аппаратов (ЛА), к которым относятся самолеты нового поколения, беспилотные летательные аппараты и беспилотные дирижабли.

Ключевые слова: конкурентный анализ, экономико-математические модели, инструментальный конкурентного анализа, СППР (DSS).

Классификация JEL: C82.

Конкурентный анализ рассматривается здесь как один из важнейших этапов процесса управления проектом разработки стратегии развития производителя высокотехнологичной продукции – объектов новой техники (ОНТ).

Конкуренция как слабоструктурированная сложная система (ССС) в производстве высокотехнологичной продукции (Варшавский, 2009, с. 49–64) рассматривается здесь в трех основных аспектах (рис. 1):

- 1) научно-техническом (на этапе проектирования ОНТ в НИИ и КБ);
- 2) технологическом (на этапе производства ОНТ на предприятиях отрасли);
- 3) экономическом (при выходе ОНТ на внутренний или международный рынок).

Упорядоченная совокупность показателей: технических $F_T(u_i)$, производственно-технологических $F_{ТН}(u_j)$ и экономических $F_3(u_k)$ определяет конкурентоспособность объекта новой техники, а также – конкурентную стратегию производителя ОНТ. Здесь u_i – параметры изделия, u_j – характеристики производственной системы производителя, u_k – характеристики бизнес-процессов фирмы.

Конкуренция в сегменте ОАТ представлена как сложная система, подсистемами которой (рис. 2) в соответствии с модифицированной моделью конкуренции (Бабенко, 2013, с. 242–253) на основе модели М. Портера (Портер, 2005, с. 120–169) являются основные конкуренты на рынке F_1 , новые участники рынка F_2 , производители товаров-заменителей F_3 , поставщики комплектующих и компонент F_4 , заказчики авиационной техники F_5 и комплементоры F_6 (Бабенко и др., 2012). Комплементоры (Brandenburger, Nalebuff, 1998) – неявные участники рынка, которые, предлагая свои продукты и/или услуги, влияют на положение основных игроков: увеличивают или уменьшают привлекательность определенных продуктов на рынке летательных аппаратов (ЛА). Элементами сложной системы конкуренции являются компании-агенты различного типа для каждой из рассматриваемых подсистем A_1, \dots, A_6 , информированность которых о конкурентах и внешней среде рынка моделируется регулятором. Структура данной ССС представляет собой фрактальный нагруженный граф $\Gamma(F_i)$.

Процесс конкурентного анализа на каждом этапе жизненного цикла ЛА представлен в виде концептуальной схемы (рис. 3).

На этапе **проектирования** в НИИ и КБ авиационной отрасли (**научно-технический этап**) с помощью методов конкурентной разведки и системного анализа отраслевого рынка определяют

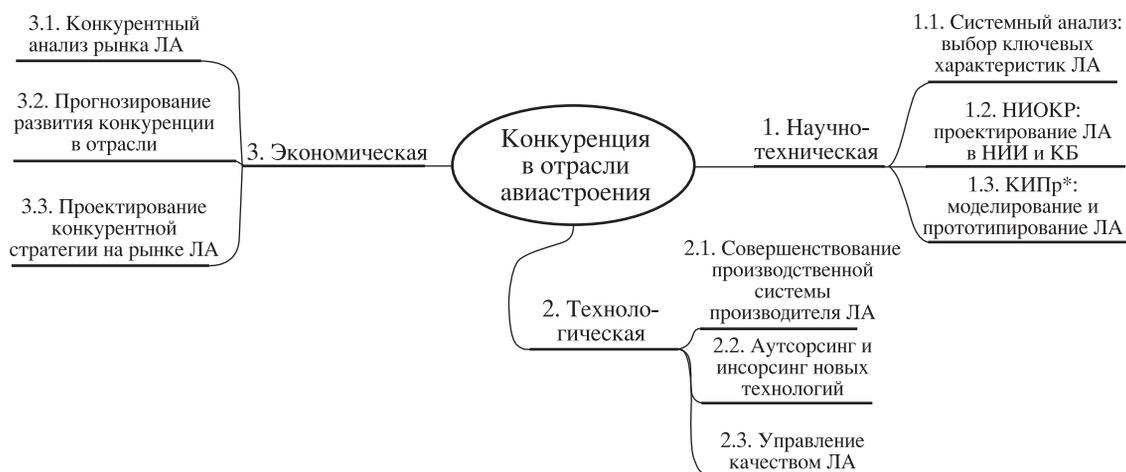


Рис. 1. Интеллект-карта представляет конкуренцию как слабоструктурированную сложную систему (КИПр – компактное интеллектуальное производство)

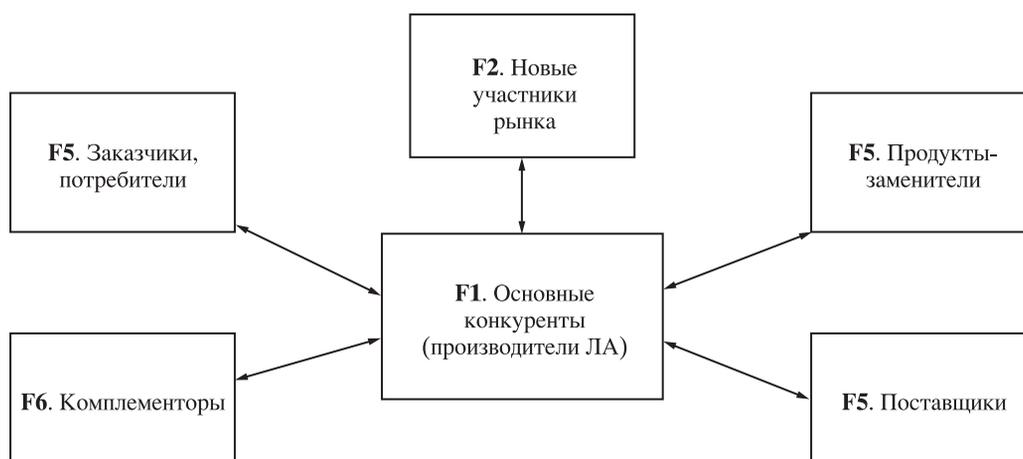


Рис. 2. Основные подсистемы слабоструктурированной сложной системы ССС глобальной конкуренции

ся основные конкуренты, характеристики их продукции, субституты и новые участники рынка для формирования ключевых характеристик нового проектируемого ЛА. В результате строим агентную модель отрасли с использованием трех типов агентов: основные игроки A_1 , новые участники рынка A_2 , субституты A_3 .

Инициация концептуальной модели требует четкого определения области применения ЛА. На этом этапе выявляются основные участники рынка, поставщики, субституты, новые игроки, покупатели, комплементоры, представленные в модели (см. рис. 2). Определяются конкурирующие изделия: перечень ЛА в том же сегменте, что и проектируемый ЛА, который используется для детального анализа глобального отраслевого рынка.

Действия лиц, принимающих решения (ЛПР), на данном этапе сводятся к следующему:

- четкое детальное определение цели и области применения ЛА;
- анализ характеристик продукции и рыночной стратегии основных игроков, субститутов и новых участников рынка для определения желаемых технических характеристик продукции и рыночной стратегии производителя ЛА;
- выбор и анализ характеристик комплектующих, которые требуются для создания ЛА с новыми лидерскими свойствами и характеристиками.

В результате построения агентной модели и проведения на ее основе вычислительного эксперимента определяется набор характеристик ЛА, а также определяются: 1) основные игроки

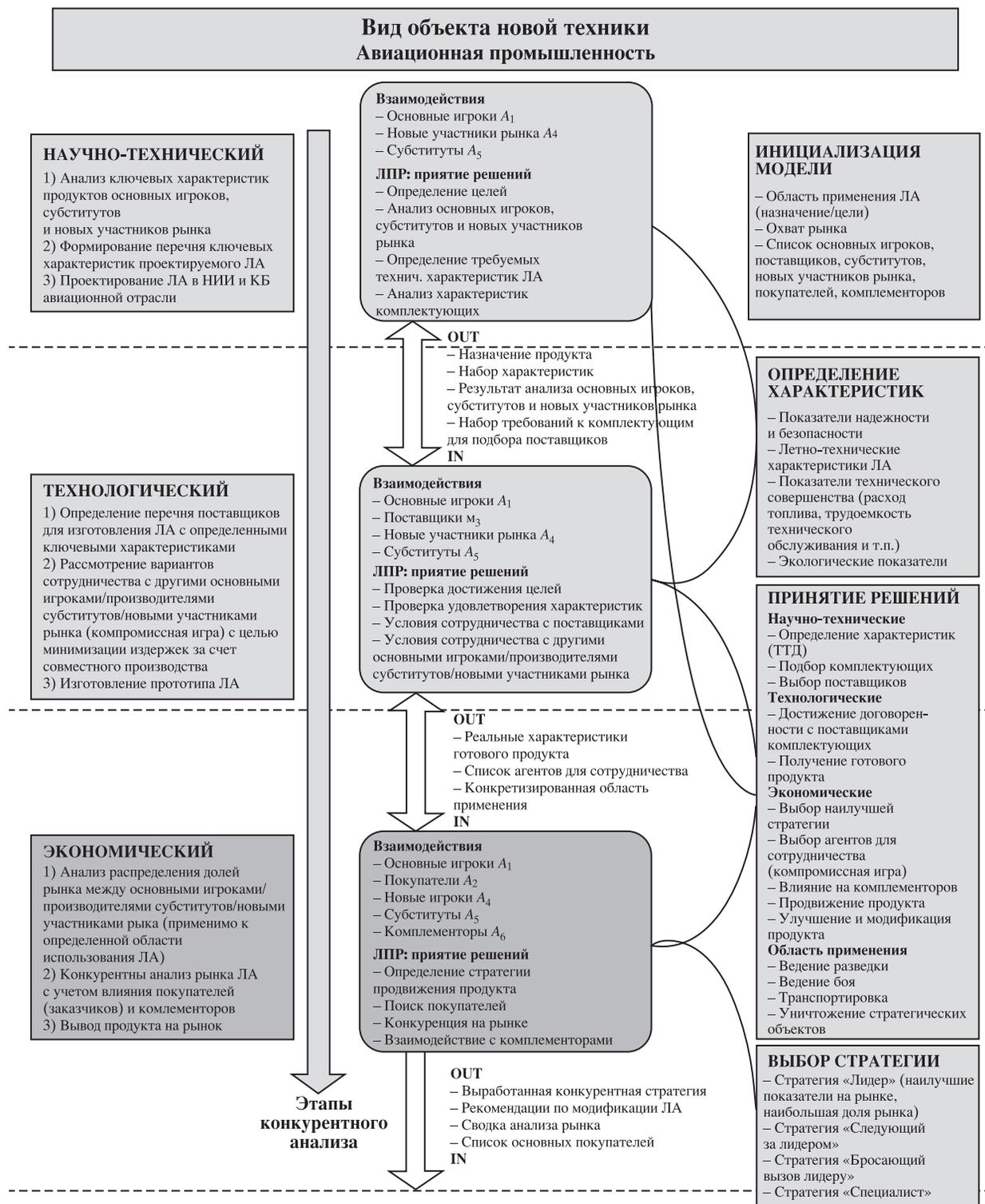


Рис. 3. Схема процесса конкурентного анализа с использованием агентных моделей

отраслевого рынка; 2) субституты (товары-заменители); 3) новые участники рынка; 4) уточняются требования к комплектующим для подбора поставщиков.

На этапе изготовления прототипа ЛА (**технологический этап конкурентного анализа**) ставится задача определения перечня поставщиков для изготовления ЛА с определенным набором ключевых характеристик, а также рассматриваются варианты сотрудничества с другими

участниками рынка (основными игроками / производителями товаров-заменителей / новыми игроками (на базе компромиссной игры)) с целью минимизации издержек при создании совместного производства. Здесь также строим агентную модель, но уже с большим числом типов агентов: основные игроки – вектор A_1 , новые участники рынка – вектор A_2 , субституты – вектор A_3 , поставщики – вектор A_4 , заказчики – вектор A_5 .

На данном этапе создания нового изделия ЛПР участвуют в процедурах:

- проверки достижения цели использования ЛА;
- проверки удовлетворения требований заказчиков ЛА;
- достижения взаимовыгодных условий сотрудничества с поставщиками комплектующих изделий;
- достижения взаимовыгодных условий сотрудничества с другими участниками рынка с целью минимизации издержек.

После построения агентной модели и проведения вычислительного эксперимента на выходе процесса получаем желаемые характеристики разрабатываемого продукта (опытного образца или прототипа ЛА), список агентов для сотрудничества (поставщики и другие участники рынка), четко определенную область применения ЛА (после проведения летных испытаний).

Этапу вывода продукта на рынок соответствует **экономический этап конкурентного анализа**, на котором ставится задача глубинного анализа рынка с учетом влияния всех сил: заказчиков и комплементоров, анализ при распределении долей рынка между основными игроками, а также производителями товаров-заменителей, новыми участниками рынка (все процедуры применяются к определенной области использования ЛА).

Агентную модель строим с использованием пяти типов агентов: основные игроки A_1 , новые игроки A_2 , субституты A_3 , заказчики A_5 , комплементоры A_6 . Стратегия продажи/продвижения продукта также определяется ЛПР как возможность использовать одну из важных, задаваемых априори конкурентных стратегий (Портер, 2005, с. 200–260): 1) стратегия “Лидер”, 2) стратегия “Следующий за лидером”, 3) стратегия “Специалист”, 4) стратегия “Бросающий вызов лидеру”):

- поиск покупателей/заказчиков новой продукции;
- конкурентная разведка и системный анализ конкуренции на рынке;
- взаимодействие с комплементорами (ранее удовлетворенные заказчики, представители СМИ, представители смежных отраслей и др.).

После разработки агентной модели и проведения вычислительного эксперимента на выходе комплекса программ системы поддержки принятия решений (Decision Support System, СППР) получаем конкурентную стратегию производителя ЛА, рекомендации по совершенствованию ЛА (в условиях развития рынка), сводку анализа рынка, списки основных участников аудитории проекта разработки стратегии, покупателей и комплементоров.

В общем случае действиями ЛПР при работе с системой поддержки решений по конкурентному анализу являются:

- 1) *выбор области применения*: ведение боевых операций, транспортировка грузов, разведка и др.;
- 2) *научно-технические*: определение тактико-технических характеристик (ТТХ) изделия или потребительских свойств продукта, выбор поставщиков, подбор комплектующих;
- 3) *технологические*: совершенствование технологической системы производителя объектов новой техники, достижение договоренности с лидирующими поставщиками комплектующих, изготовление прототипов, опытных образцов и/или малых серий ОНТ;
- 4) *экономические*: конкурентная разведка и системный анализ рынка, разработка оптимальной стратегии, выбор партнеров для сотрудничества (компромиссная игра), влияние на комплементоров, технологии продвижения продукта.

Для последующих этапов жизненного цикла по международным стандартам ISO-9000:2000 – эксплуатация и утилизация ЛА – конкурентный анализ в данной работе не рассматривается,

так как все эти этапы глубоко исследуются в литературе специалистами по теории управления качеством.

Задачи принятия решений ЛПП в условиях организации, в интересах которой проводится конкурентный анализ рынка для данного объекта новой техники на всех этапах жизненного цикла, представлены ниже.

Для каждого основного этапа конкурентного анализа на разных стадиях жизненного цикла ЛА эксперты предлагают строить свою специализированную модель принятия решений (Плещинский, Жильцова, 2013, с. 88–104).

I. Научно-техническая конкуренция НИОКР. Стадия проектирования ОНТ.

Задача принятия решений в данном случае сводится к выбору наилучших характеристик ЛА вектора-столбца X , где x_i – техническая характеристика разрабатываемого ЛА, $i = 1, \dots, n$.

II. Технологическая конкуренция. Стадия изготовления прототипа ЛА. Анализ конкуренции среди изготовителей ЛА: максимизация прибыли при минимизации издержек на производство $\Pi_i \rightarrow \max$, $Costs_i \rightarrow \min$.

III. Экономическая конкуренция. Конкурентный анализ рынка ЛА (производители, заказчики, поставщики и др. (Бабенко, 2013, с. 242–253)). Для каждого типа агентов A_1, \dots, A_5 строится собственная целевая функция, которая определяет поведение агентов.

A_1 – **агенты-производители**: целевая функция прибыли, где $i = 1, \dots, N$; N – число агентов-производителей;

A_2 – **агенты-заказчики**: целевая функция полезности $U_j \rightarrow \max$, где $j = 1, \dots, M$; M – число агентов-заказчиков, и цены конечного продукта для заказчика $P_j \rightarrow \min$, таким образом, каждый заказчик стремится приобрести максимально полезный ОНТ по минимальной цене;

A_3 – **агенты-поставщики**: целевая функция прибыли при продаже комплектующих $\Pi_k \rightarrow \max$, где $k = 1, \dots, K$; K – число агентов – поставщиков комплектующих и компонент;

A_4 – **агенты–новые производители на рынке**: целевая функция прибыли $\Pi_l \rightarrow \max$, где $l = 1, \dots, L$; L – число агентов – новых игроков рынка;

A_5 – **агенты–производители продуктов-заменителей**: целевая функция прибыли $\Pi_p \rightarrow \max$, где $p = 1, \dots, P$; P – число агентов – производителей продуктов-заменителей.

На всех этапах конкурентного анализа с использованием СППР релевантным агрегатором данных является поисковая система конкурентной разведки Avalanche¹, базирующаяся на трех основных инновациях в области web-программирования:

- концепции “умных папок” (Smart Folders);
- автономном интеллектуальном поисковом роботе (Spider);
- встроеной базе данных, допускающей преобразование в “персональную энциклопедию”.

Рассмотрим принцип работы системы. В первую очередь формируется модель предметной области в виде набора “умных папок”. Каждая папка “знает”, что именно должно в нее попадать, и способна исключить дублирование данных. Затем наполнением умных папок занимается специализированный поисковый робот, который запускается с пользовательского компьютера с заданными настройками. Робот может запускаться автоматически, собирая и раскладывая по папкам свежие данные при соответствующих настройках.

Программа ведет мониторинг популярности компании-заказчика, автоматически собирая все свежие упоминания о ней в сети Интернет, автоматически пополняя досье на основных конкурентов и мгновенно фиксируя появление любых новых материалов, затем фильтрует результаты поиска других поисковых систем, устраняя ненужные ссылки.

На этапе проектирования нового ЛА разработанная методика и специальное программное обеспечение СППР позволяют произвести сравнение разрабатываемого ОНТ с существующи-

¹ Avalanche – система интернет-мониторинга и конкурентной разведки. См. материалы сайта <http://www.tora-centre.ru/av13.htm>.

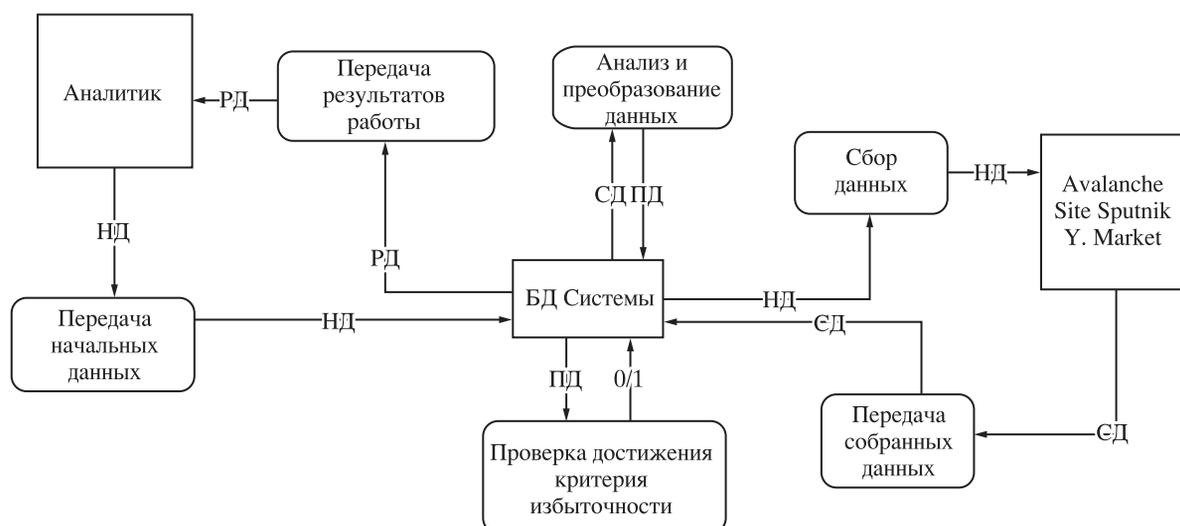


Рис. 4. Структурная схема загрузки данных

ми на рынке и/или находящимися на стадии разработки, использовать возможности и ресурсы собственных поставщиков, изучить спрос заказчиков на новую создаваемую технику с учетом оценки конкурентоспособности создаваемого ОНТ.

Алгоритм загрузки данных в СППР (Бабенко и др., 2012) представлен на рис. 4.

Для обеспечения эффективной работы СППР требуются большие объемы полезных данных, описывающих ситуацию на отраслевом рынке. Для накопления таких данных используется модуль автоматизированного сбора данных (МАСД). Его базовые компоненты построены на основе ETL-процесса (extract, transform, load – извлечение, преобразование, загрузка). Диаграмма DFD иллюстрирует принцип работы модуля (см. рис. 4). Аналитик передает начальные данные (информацию, которой он располагает, приоритетные сайты для поиска и пр.) в базу данных (БД) системы или же выбирает ранее собранные данные для проведения нового поиска. На основе начальных данных с использованием внешнего сервиса Avalanche собираются новые данные, которые помещаются во временные таблицы БД. Затем полученные данные анализируются и преобразуются в формат, пригодный для работы в среде СППР. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет остановлен или не будет достигнут критерий избыточности информации, т.е. до момента, когда новые данные перестанут извлекаться или же их объем станет незначительным. В системе предусмотрена возможность сбора данных в фоновом режиме, что позволяет накапливать полезные и актуальные данные без участия аналитика.

К основным показателям конкурентоспособности ЛА отнесены:

1) ТТХ (тактико-технические характеристики) ЛА, показатели надежности и безопасности, показатели технического совершенства (трудоемкость технического обслуживания, расход топлива, экологические показатели и др.);

2) экономические показатели (цена ОНТ, условия приобретения, наличие инфраструктуры для применения и обслуживания новой техники и т.д.).

Разработана методика оценки конкурентоспособности, которая дает возможность получить количественную оценку конкурентоспособности ЛА:

$$КС = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i, \quad (1)$$

где КС – конкурентоспособность продукта относительно заданной цели; x_i – показатель эффективности характеристики ЛА; α_i – коэффициент соответствия характеристики цели использования ЛА.

Для моделирования общей ситуации на рынке, спроса на продукцию, объема производства и др. разработана теоретико-игровая модель ММ1 (Бабенко, 2013, с. 242–253), представленная

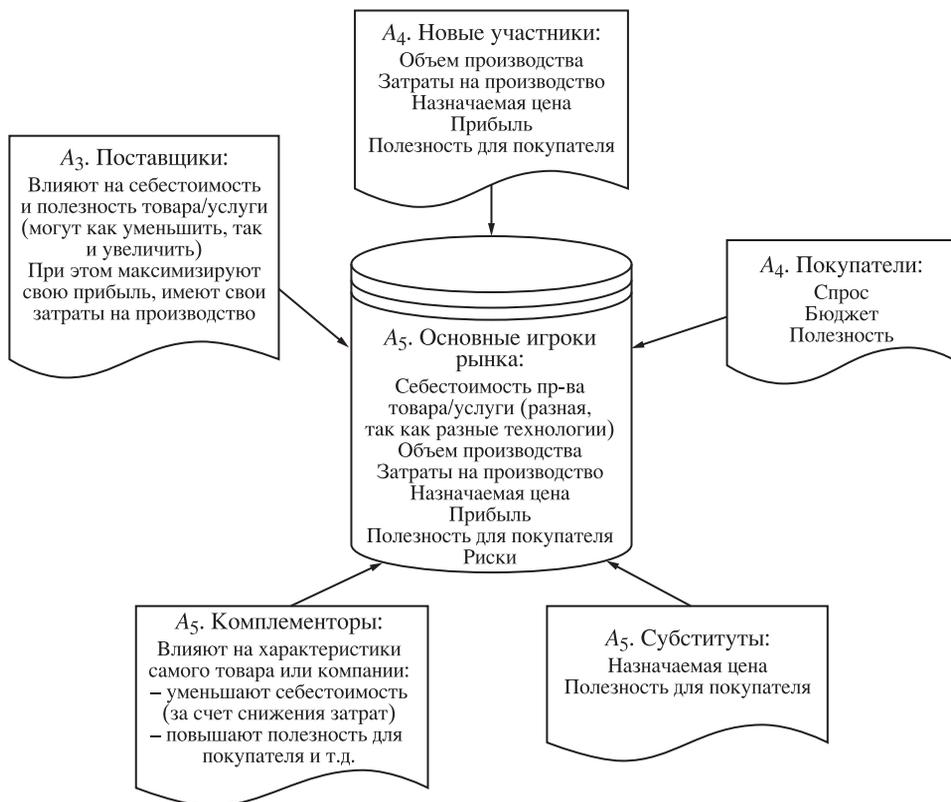


Рис. 5. Анализ конкуренции основных игроков отраслевого рынка

на рис. 5, которая позволяет, указав основные цели агентов, задавать желаемые характеристики ЛА.

Вначале задаются общие параметры игры: определяются функции спроса $S(Q, p)$ и предложения $P(Q, G)$ на рынке, прибыль $\Pi(Q, G)$ основных участников рынка в зависимости от объемов производства Q и затрат G . Затем исследуются состояния равновесия модели при стремлении игроками достигнуть своих целей (максимизация прибыли и/или минимизация издержек) при учете действий других игроков (однако без взаимного сотрудничества).

Поставлена задача: найти вектор X^* значений параметров KPI (key performance indicators – ключевые показатели эффективности) для построения оптимальной стратегии компании.

На рынке высокотехнологичной продукции каждая из N компаний-производителей имеет собственную удельную (на единицу продукции) себестоимость товара G_i , $i = 1, \dots, n$, так как компании используют разные технологии, разработанные в результате инновационных циклов НИОКР, а также имеют собственных поставщиков комплектующих. Для поставщиков компонентов, новых участников рынка по аналогии строится модель, данные из которой поступают в базовую модель.

Себестоимость изделия складывается из затрат на НИОКР, распределяемых на каждую единицу нового продукта, а также из общих затрат на его производство:

$$G_i = G_{Ni} + G_{Pi}, \quad i = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Объем производства Q_i , $i = 1, \dots, n$, определяется исходя из стратегии компании и потребностей рынка (т.е. покупательского спроса S). Общие затраты составляют $\tilde{G} = G_i - Q_i$, $i = 1, \dots, n$.

Рынок характеризуется потребительским спросом S . Предполагается, что обратная функция спроса на производимую конечную продукцию – линейная:

$$S = W(Q) = A - BQ, \quad (3)$$

где $Q = \sum_{i=1}^n Q_i$ – суммарный объем выпускаемой продукции или общее предложение на рынке P , A – неснижаемая цена на товар ($A = P(0)$), B – параметр, характеризующий емкость рынка $Q(P) = 0 = A/B$.

Тогда прибыль игрока рынка с учетом (2) и (3) определяется отношением:

$$\Pi_i = Q_i \left(A - B \sum_{i=1}^n Q_i - (G_{Ni} + G_{Pi}) \right) - G_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad (4)$$

где $G_i, i = 1, \dots, n$ – постоянные затраты участника рынка i , не зависящие от объема выпускаемой продукции.

Допустим, что удельные затраты на производство единицы продукта или услуги не зависят от объема выпуска $Q_i, i = 1, \dots, n$, тогда поиск состояния равновесия выполняем по модели Курно.

В частности, прибыль игрока i :

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial Q_i} = \frac{\partial}{\partial Q_i} \left[A - B \sum_{i=1}^{i-1} Q_i - B \sum_{i=i+1}^N Q_i - (G_{Ni} + G_{Pi}) - BQ_i^2 \right], \quad i = 1, \dots, N; \quad (5)$$

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial Q_i} = A - B \sum_{i=1}^{i-1} Q_i - B \sum_{i=i+1}^N Q_i - (G_{Ni} + G_{Pi}) - 2BQ_i, \quad i = 1, \dots, N. \quad (6)$$

Далее рассмотрим методику получения результатов КА. Результаты расчета представляются в виде графиков доходов от деятельности основных игроков, рекомендаций ЛПР и диаграмм распределения долей рынка высокотехнологичной продукции.

Прибыль от деятельности основных игроков (MP) определяется на основании суммарной прибыли каждого игрока:

$$MP_i = \Pi_i Q_i, \quad i = 1, \dots, N. \quad (7)$$

Для прогнозирования положения агентов в будущем и выработки рекомендаций для ЛПР требуется сравнить показатели объема продаж, дохода, прибыли, объема производства и уровень взаимодействия всех агентов *до* и *после* проведения циклов конкурентного анализа (рис. 6).

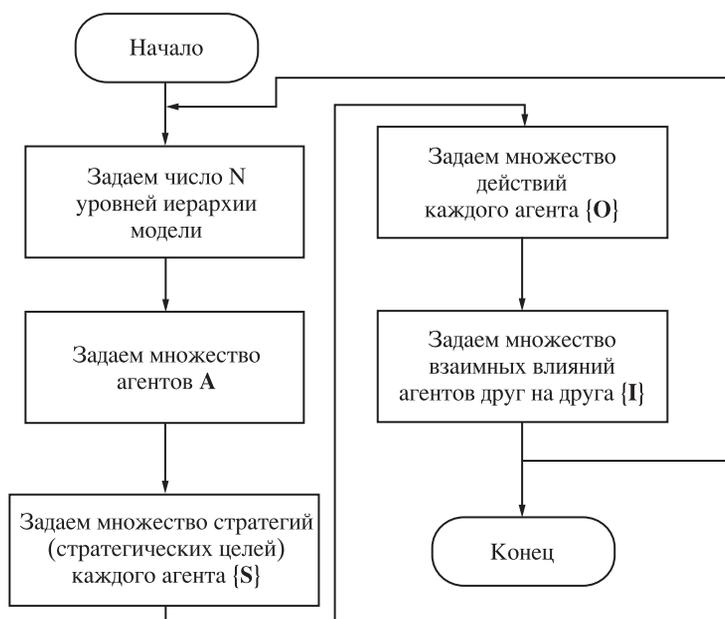


Рис. 6. Алгоритм конкурентного анализа

Список взаимодействий позволяет выдавать рекомендации по выбору желаемых (новых) поставщиков и потребителей. Для этого необходимо представить в виде векторов взаимосвязи L агентов с начальными и конечными поставщиками (L_{dn}, L_{dk}) и потребителями (L_{cn}, L_{ck}), затем определить их разницу:

$$L_{dp} = L_{dk} - L_{dn}, \quad (8)$$

$$L_{cp} = L_{ck} - L_{cn}. \quad (9)$$

В итоге получаем измененный список поставщиков L_{dp} и потребителей L_{cp} :

$$L_{dp}, L_{cp} = \begin{cases} 0, & \text{отсутствуют изменения;} \\ 1, & \text{возникла новая связь;} \\ -1, & \text{исчезла старая связь,} \end{cases} \quad (10)$$

что, в свою очередь, служит рекомендацией для выбора для ЛПР.

В результате можно предложить конкурентную цену и объем продаж ОНТ с учетом установившегося равновесия на рынке данного изделия.

Анализ тенденций развития мировой авиаиндустрии показывает, что основные производители стремятся создавать альянсы, поэтому в составе СППР используем методы теории компромиссных игр (satisfying game theory, SGT). При разработке теоретико-игровой модели (ММ2) (Бабенко, Скородумов, 2012, с. 65–68) с использованием компромиссных игр здесь рассматривается способ разрешения конфликтов на высокотехнологичном рынке между его участниками, основанный на применении многоагентного подхода SGT (Stirling, 2003, с. 50–126), при использовании которого все участники рынка представляются не традиционными, а новыми типами агентов, участвующими в процессе совместного принятия решений. Такие агенты будут способны совмещать собственные предпочтения с предпочтениями других участников рынка. Их поведение позволит добиваться компромиссных решений при достижении как индивидуальных, так и групповых целей.

В работе предложен такой подход, когда для каждого участника рынка (агента) строятся две функции:

1) преимуществ (ФП), описывающая достижение фундаментальной цели, например завоевание лидерства на рынке, увеличение прибыли, без учета цены ее достижения и не учитывающая риски;

2) риска (ФР), позволяющая минимизировать издержки при достижении фундаментальной цели.

На каждом шаге принятия решений агент решает, как ему будет выгоднее поступить: стремиться к достижению намеченной цели без сотрудничества с другими агентами или вступить с ними в альянсы. В последнем случае агент сможет получить лучшую технологию, используемую партнером в производстве, или ему лучше разделить риски и тем самым снизить расходы на производство и продвижением ОНТ. Также, обмениваясь информацией, агенты получают возможность принимать рациональные решения, используя услуги одного поставщика, представляющего лучшие компоненты для производства продукта, а также согласованно принимать меры против выхода на рынок новых участников и/или нежелательных товаров-заменителей (субститутов). Таким образом, информированность всех участников альянса повышается.

Каждый агент обладает упорядоченным по приоритету списком возможных действий. Возможное действие зависит от действий, которые предпринимают другие участники. В системе из N агентов агент i имеет функцию полезности $f(u_1, \dots, u_n)$, где u_i – действие, предпринимаемое агентом k . ФП отражает эффективность управляющего действия (управления) u_i агента для скорейшего достижения поставленной цели (без учета затраченных ресурсов). ФР агента отражает объем израсходованных ресурсов (затраты на производство, НИОКР и продвижение, человеческие ресурсы, потребление энергии, временные траты и т.п.). В многоагентных системах ФП и ФР являются функциями многих переменных.

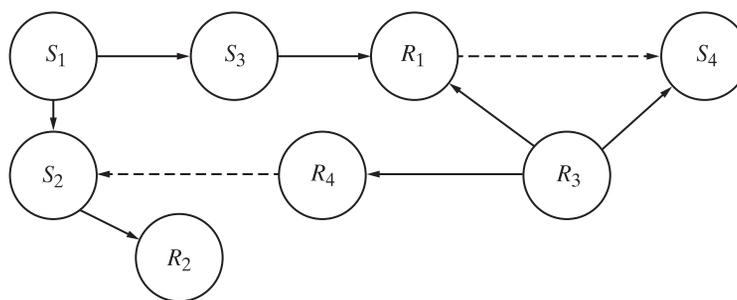


Рис. 7. Схема взаимосвязи четырех агентов A_1, \dots, A_4

Обозначим ФП через P_s , ФР – через P_r , а через P_{sr} – совместную функцию, которая учитывает атрибуты, влияющие на значение как ФП, так и ФР управляющего действия. Для описания n -агентной системы введем совместную функцию $2n$ переменных $\mathbf{P}_{S_1, \dots, S_n, R_1, \dots, R_n}(u_1, \dots, u_N)$, где S_1, \dots, S_n соответствуют набору ролей, в которых функцией полезности выступает ФП, а R_1, \dots, R_n соответствуют набору ролей, в которых функцией полезности выступает ФР.

Назовем ее функцией взаимозависимости (ФВ), где переменные $u_i, i = 1, \dots, N$ соответствуют управлениям, которые доступны агенту i для достижения поставленной цели. Переменные v_i , где $i = 1, \dots, N$, показывают управляющие воздействия (управления), которые доступны агенту i для снижения издержек. Используя ФВ, можно учесть существующие отношения между агентами, выступающими в разных ролях. Следовательно, ФВ описывает все варианты, которые могут повлиять на поведение многоагентной системы. При построении ФВ многоагентной системы (или ее части) можно руководствоваться влиянием ролей разных агентов друг на друга.

Для этого строится направленный ациклический граф, отображающий взаимные зависимости и влияния агентов друг на друга; на этом графе изображаются как роли агентов, преследующих максимальную прибыль или достижение лидерства на рынке, так и агентов с ролями, направленными на уменьшение издержек или снижение рисков. Так как высокотехнологические рынки, как правило, являются олигополистическими, когда на рынке взаимодействует небольшое число агентов, то результаты анализа всех допустимых ролей можно представить в виде графа (рис. 7).

На основании теоретико-игровых моделей ММ1 и ММ2 и фрактальной модели структуры ССС разработаны алгоритмы принятия решений агентами рынка.

Обобщенный алгоритм инициации модели для проведения конкурентного анализа

1. Задаем число N уровней иерархии модели.
2. Задаем множества агентов: на верхнем уровне иерархии (A_{1j}, \dots, A_{6j}); далее – (A_{21j}, \dots, A_{66j}), (A_{21j}, \dots, A_{66j}) и т.д. до $N, j = 1, \dots, M$, где M – число на каждом уровне агентов для каждой из рассматриваемых подсистем (перечисляются все агенты на всех уровнях иерархии до N).
3. Задаем множество стратегий агентов $\{\mathbf{S}\}$ в зависимости от целей агента $i, i = 1, \dots, K$, где K – общее число агентов на всех уровнях иерархии до N из базовых конкурентных стратегий.
4. Для агента i задаем множество действий $\{\mathbf{W}\}$ для достижения стратегической цели.
5. Задаем множество сил – взаимных влияний $\{\mathbf{I}\}$ агентов друг на друга (для описания технических, экономических, политических и др. аспектов).
6. В процессе выполнения вычислительного эксперимента, так как ситуация на рынке может меняться, вносятся изменения во множества, заданные в п. 1–4. Процесс является итерационным.

Алгоритм принятия решения агентом i

1. С учетом выбранной стратегии S_1 – S_4 и сформированного множества $\{\mathbf{W}\}$ действий формируется профиль поведения агента как подмножество множества $\{\mathbf{W}'\}$ для достижения $S_i, i = 1, \dots, 4$.

Определяются характеристики каждого действия (в отношении других агентов); происходит ранжирование по заданному критерию, который может учитывать не только заданные характеристики, но и предпочтения агента².

2. Определяются участники рынка, с которыми необходимо взаимодействовать для достижения цели. Так как при принятии решения на каждом шаге агенту нет необходимости анализировать взаимные влияния со всеми участниками рынка, происходит ранжирование всех агентов рынка по заданному критерию. Этот критерий определяется в зависимости от конкурентной стратегии компании заказчика конкурентного анализа, так как для стратегии лидера, бросающего вызов, или следующего за лидером приоритеты влияния других участников рынка будут во многом различаться.

3. Когда все участники рынка ранжированы по приоритету, появляется возможность построить динамический граф, характеризующий взаимозависимости участников рынка. Далее выделяются те участники рынка, с которыми необходимо разрешать конфликтные ситуации. Это могут быть как основные конкуренты A_1 , так и представители других групп агентов A_2, \dots, A_5 . На основании полученной из конкурентного анализа информации рассчитывается ФР p_{R_i} и ФП p_{S_i} каждого возможного действия (управления) для каждого агента в отношении других участников рынка $u_L^i \in U$ и выбираются действия (управления), для которых разница между значениями функций преимуществ и недостатков максимальная³:

$$u_L^{i*} = \operatorname{argmax}_{u_L^i \in U} (P_{S_i}(u_L^i) - P_{R_i}(u_L^i)). \quad (11)$$

4. На графе взаимодействий (см. рис. 7) агент i выбирает партнеров, заказчиков, поставщиков и другие заинтересованные стороны проекта стратегического управления бизнесом компании с использованием полученной информации.

5. Другие агенты дают ответ, основываясь на собственной модели взаимодействия, с учетом своих предпочтений и возможностей достижения собственных целей.

6. Процесс продолжается до установления равновесия, когда каждый агент достигает своей цели и/или находится в ситуации, когда любое следующее действие ухудшит его положение.

Таким образом, в статье представлена методика конкурентного анализа на всех этапах создания ОНТ на основе экономико-математических моделей взаимодействия агентов рынка как элементов сложной системы конкуренции с применением теории антагонистических и компромиссных игр и алгоритмов конкурентного анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бабенко Е.А.** (2013). Агентно-ориентированная модель конкуренции на рынке высокотехнологичной продукции (на примере основных производителей самолетов боевой авиации). [Электронный ресурс] // Журнал "Труды МАИ". № 59. Режим доступа: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=34403>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения: май 2014 г.).
- Бабенко Е.А.** (2013). Разработка SaaS-приложения конкурентного анализа в секторе объектов авиационной техники // Журнал "Вестник МАИ". Т. 20. № 1.
- Бабенко Е.А., Кленов Е.А., Ершов Д.М., Скородумов В.С.** (2012). Свидетельство № 12-416 о регистрации объекта интеллектуальной собственности "Программно-аппаратный комплекс Competition конкурентного анализа сегмента рынка". Зарегистрирован в Государственном реестре Госстандарта России 25.12. 2012. М.: Госстандарт.
- Бабенко Е.А., Скородумов С.В.** (2012). Системный анализ конкуренции на рынке телекоммуникационных услуг. В сб.: «Материалы Тринадцатого всероссийского симпозиума "Стратегическое планирование и развитие предприятий"». М.: ЦЭМИ РАН.

² Когда действия в отношении всех участников ранжированы, появляется возможность построить динамически нагруженный граф взаимодействий для агента i .

³ Каждый агент всегда находится в поиске максимальных преимуществ, которые можно получить с наименьшим риском.

- Варшавский Л.Е.** (2009). Моделирование развития рынков высокотехнологичной продукции с длительным жизненным циклом (на примере рынка гражданской авиационной техники) // *Теория и практика институциональных преобразований в России*. Вып. 14. М.: ЦЭМИ РАН.
- Плещинский А.С., Жильцова Е.С.** (2013). Анализ результатов модернизации производства в условиях олигопольной конкуренции инноватора и его преследователя // *Экономика и математические методы*. Т. 49. № 1.
- Портер М.Е.** (2005). Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов. М.: Альпина Бизнес Букс.
- Портер М.** (2005). Конкуренция. М.: Вильямс.
- Brandenburger А.М., Nalebuff В.Ж.** (1998). Co-opetition: A Revolutionary Mindset that Combines Competition and Cooperation. N.Y.: Currency Doubleday.
- Stirling W.C.** (2003). Satisficing Games and Decision Making: With Applications to Engineering and Computer Science. N.Y.: Cambridge University Press.

Поступила в редакцию
15.10.2013 г.

Competitive Analysis' Tools for Creating New Technology Objects with Aircraft Engineering as an Example

Ye.A. Babenko, S.V. Skorodumov

The article deals with the construction of mathematical and economic models for the competitive analysis's, as well as with the development of algorithms for decision-making in the structure of the decision support system in organizations of producers of high-tech products by the example of aviation enterprises, among which are potentially competing perspective views of aircraft, including a new generation of aircraft, unmanned aerial vehicles and unmanned pilotless airplanes.

Keywords: competitive analysis, economic and mathematical models, competitive analysis' tools, the decision support system.

JEL Classification: C82.