

УДК 004.9,658.5

А.А.Каргин, Н.А. Бабосюк

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ЗАДАЧАХ БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЯ МЕТОДА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА, ОСНОВАННОГО НА МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОЛЕКУЛ ВНУТРИ КЛЕТКИ

Введение. Бизнес-планирование является обязательным этапом в деятельности фирмы поскольку на этом этапе определяются будущие потребности в различных ресурсах: финансовых, интеллектуальных, человеческих. Кроме того, обозначаются источники их формирования. Планирование также предполагает необходимость аккумуляции огромного объема информации о конъюнктуре рынков, конкурентах, а также определении своих собственных возможностей [1,2].

При разработке финансовых планов на долгосрочную перспективу менеджер использует математические, статистические и другие методы для прогнозирования будущей ситуации. Чем точнее прогноз, тем лучше результаты работы предприятия. Но долгосрочные прогнозы имеют ряд недостатков [3]: невысокая точность, не позволяет предсказать нестандартный поворот событий. Финансовый план, как продукт прогноза, основанный на наиболее вероятных событиях теряет свою ценность уже после первого маловероятного события, и компания оказывается перед необходимостью разрабатывать новый финансовый план.

Одним из путей преодоления указанных трудностей на стадии подготовки финансового плана есть применение ситуационного анализа [4,5,6,7]. Суть последнего состоит в том, что, изменяя исходные данные о плановых объемах продаж, ценах и других факторах анализируются конечные результаты планирования, оцениваются риски и определяется оптимальный вариант действий [6,7]. Ситуационный анализ стал практически возможен на основе современных информационных технологий.

Финансовый план – это большого объема документ со сложными расчетами. Составление финансового плана методом ситуационного моделирования предполагает расчет тысяч и даже миллионов вариантов финансовых планов при полном варьировании значений управляющих переменных, что становится проблематичным даже на основе современных компьютерных технологий.

Эффективные финансовые модели, которые применяются менеджерами крупных корпораций, базируются на методах моделирования, направленных на прогнозирование последствий альтернативных финансовых стратегий при разных исходных допущениях. Эти модели являются составными и включают как локальные модели, так и модели, содержащие сотни уравнений и взаимосвязанных переменных.

Крупные компании на практике используют несколько моделей финансового планирования [8]:

- развернутую модель, интегрирующую планирование инвестиций и оперативное планирование;
- модель, сфокусированную на анализе последствий финансовой стратегии;
- модель, специально предназначенную для анализа предполагаемых слияний.

В статье исследуется бизнес-планирование на основе модели инвестиционного и оперативного планирования. Эта модель отличается простотой и практической нацеленностью. Модели автоматизируют значительную часть рутинной работы и учитывает специфику сферы деятельности предприятия, для которого осуществляется планирование деятельности. По результатам планирования составляется финансовый план, описывающий финансовую стратегию компании и прогнозирующий ее результаты с помощью прогнозных финансовых отчетов.

Постановка задачи. Решение задачи бизнес планирования рассматривается на примере предприятия связи для следующих показателей: доходы (D), расходы (R), чистая прибыль (P), инвестиционная привлекательность (Z1) и экономическая стабильность (Z2). Достижимость установленных уровней этих критериев происходит за счет вариации управляющих переменных бизнес-плана. Специфика предприятия связи такова, что основные доходы на будущий период напрямую зависят от количества клиентов N, вида услуги (1):

$$D = \sum_{i=1}^k D_i^{мариф} + \sum_{j=1}^m D_j^{np} + C, \quad (1)$$

где k – количество основных тарифицируемых услуг предприятия; $D_i^{мариф} = N_i T_i$ – тарифные доходы по i-му клиенту; N_i – количество клиентов; T_i – тарифы i-го клиента, соответствующие выбранному пакету услуг; D_j^{np} – доход, получаемый предприятием от предоставления прочих неосновных услуг (не регулярно); p – количество прочих услуг предприятия; C – постоянная, отражающая состояние задолженностей государственных структур, у которых практически невозможно взыскать оплату ни юридическими ни

практическими мерами (дебиторская задолженность).

$$T_i = \sum_{r \in \omega_i} \theta_r, \tag{2}$$

где θ_r - г-ый тариф г-ой услуги i-го клиента.

Изучение статистических данных показало, что изменение количества клиентов носит сезонный характер и рассчитывается за период t, например, квартал:

$$N(t) = N(t-1) + \gamma^{сезон}(t) \cdot (\Delta N^+(t) - \Delta N^-(t)), \tag{3}$$

где $N(t-1)$ – количество клиентов на предыдущий период; $\gamma^{сезон}(t)$ – коэффициент сезонности; $\Delta N^+(t)$ – количество новых клиентов за наблюдаемый период; $\Delta N^-(t)$ – количество клиентов, отказавшихся от услуг.

Сезонная составляющая $\gamma^{сезон}(t)$ носит статистический характер.

Слагаемые $\Delta N^+(t)$, $\Delta N^-(t)$ в (1) зависят от внешних и внутренних воздействий (рисков), что и отражает изменение количества клиентов, а, следовательно, и изменение доходов предприятия (D).

В свою очередь изменение значений количества клиентов $\Delta N^+(t)$ и $\Delta N^-(t)$ зависят от ряда управляющих переменных и возмущающих внутренних и внешних воздействий. Управляющие переменные можно сгруппировать следующим образом:

1. управляющие переменные маркетингового плана (M);
2. управляющие переменные организационного плана (O);
3. управляющие переменные производственного плана (P).

Анализ полного списка управляющих переменных, используемых при составлении бизнес-плана, позволяет их сгруппировать с целью возможности построения формальной модели. Ниже в таблице 1 приведены классы управляющих переменных.

Представление $\Delta N^+(t)$ и $\Delta N^-(t)$ – есть функции от следующих управляющих переменных:

$$\Delta N^+(t) = f(M^T, M^R, M^S, M^Q, O^S, O^R, O^T, P^O, P^{PR}, P^{NEW}, P^{CH}, SCL, REV), \tag{4}$$

$$\Delta N^-(t) = f(M^T, M^R, M^S, M^Q, O^S, O^R, O^T, P^O, P^{PR}, P^{NEW}, P^{CH}, SCL, REV), \tag{5}$$

Таблица 1

Классы управляющих переменных бизнес-плана

№ п.п.	Обозначение	Наименование	Механизмы реализации вариаций управляющих переменных	Тип формальной модели
1	2	3	4	5
1	M^T	характеристика тарифов	m1 – обеспечение максимально доступных цен для потребителя услуг; m2 – обязательное обеспечение конкурентоспособных цен. m3 – применение прогрессивных подходов к формированию прейскурантов, с учетом положительного опыта телекоммуникационных компаний Украины; m4 – формирование тарифов на услуги передачи данных в регионе безотносительно к технологии «последней мили»; m5 – применение единых тарифов на услуги VPN MPLS на территории Украины; m6 – формирование дифференцированных тарифов на услуги Интернет в регионе; m7 – формирование тарифов с учетом уровней сервиса	

Продолжение табл.1

1	2	3	4	5
2	M^R	характеристика расширения сферы распространения рекламной информации	m8 – продвижение услуг по технологии MPLS; m9 – продвижение телекоммуникационных услуг по беспроводной технологии WiMAX; m10 – продвижение корпоративных решений, реализация и внедрение комплексных проектов «под ключ»; m11 – продвижение программных продуктов; m12 – привлечение и использование в каждом населенном пункте официальных представителей, выполняющих организационные и технические функции.	
3	M^S	характеристика расширения перечня услуг (сервисов)	m13 – предоставление специальных скидок корпоративным клиентам и активным партнерам. m14 – предоставление дополнительных платных услуг по тарифам, учитывающим объемы потребляемых клиентом телекоммуникационных услуг	
4	M^Q	характеристика качества работы маркетинговых (рекламных) служб	m15 – повышение квалификации технического персонала и сотрудников службы информационно-технической поддержки клиентов;	
5	O^S	характеристика расширения перечня услуг (сервисов)	o1 – Увеличение объема продаж услуг широкополосного доступа к Интернет по технологии Metro Wi-Fi	
	O^R	характеристика изыскания внутренних ресурсов для достижения необходимого уровня финансовых показателей	o2 – Увеличение объема оптовой продажи Интернет-ресурса региональным Интернет-провайдерам и операторам домашних сетей o3 – Увеличение дохода за счет поиска, разработки и реализации комплексных проектов организации ведомственных корпоративных сетей; o4 – Продвижение на рынок софтверных разработки компании o5 – Минимизация операционных затрат o6 – постоянное отслеживание результатов эксплуатации автоматизированной системы REMEDY с оперативной реакцией на возникающие проблемы;	
6	O^T	характеристика расширения технической поддержки клиентов	o7 – Удержание «своих» клиент в сегменте корпоративных услуг передачи данных и широкополосного доступа к Интернет; o8 – Увеличение объема продаж услуг передачи данных в корпоративном секторе за счет привлечения новых клиентов; o9 – предоставление клиентам необходимого телекоммуникационного оборудования в аренду.	
7	P^O	характеристика модернизации сетевого оборудования	p1 – приобретение и установку линейных карт; p2 – замена серверов; p3 – установка комплектов резервного электропитания для обеспечения бесперебойного снабжения узлов.	

Продолжение табл.1

1	2	3	4	5
8	P^{PR}	характеристика проектирования новых каналов и сетей	p4 – разработка и внедрение проектов беспроводных корпоративных сетей предприятий; p5 – комплексное проектирование и поставка под ключ решений для Интернет-провайдеров, операторов сетей кабельного телевидения и операторов сетей беспроводного доступа; p6 – услуги аутсорсинга;	
9	P^{NEW}	характеристика внедрения современных технологических решений	p7 – создание зон доступа по технологии Wi-Fi с предоставлением услуг широкополосного доступа в сеть Интернет в масштабах районов городов и поселков; p8 – создание корпоративных сетей с использованием доступа по и проводным технологиям; p9 – осуществление включения по технологии 10G Ethernet.	
10	P^{CH}	характеристика изменений технических характеристик каналов связи	p10 – уменьшение количества арендуемых каналов; p11 – увеличение количества транспортных каналов, организованных посредством VPN туннелей, через сеть Интернет; p12 – увеличение пропускной способности арендуемых оптоволоконных каналов; p13 – аренда 100 Мбит/с оптоволоконных каналов ОАО «Укртелеком» в населенных пунктах, где отсутствуют оптоволоконные каналы других операторов;	
11	SCL	Социальные изменения в обществе	s1 – открытие новых школ, проведение правительственных программ по продвижению информационных технологий, дистанционного образования и т.п.; s2 – поиск и освоение новых территорий и рынков сбыта услуг компании.	вероятностный
12	REV	Изменение на рынке связи	r1 – снижение курса валют; r2 – возможность получения кредита на развитие предприятия; r3 – изменение тарифов у конкурентов; r4 – снижение качества работы конкурентов;	вероятностный

Ставится задача оценки $\Delta N^+(t)$ и $\Delta N^-(t)$ в (4) и (5) с помощью гибридной имитационной модели, интегрирующей статистический [9] и нечеткий подходы [10], а так же модель, заимствованную у ПРИРОДЫ [11].

Известно много методов вычислительного интеллекта, построенных на моделях взаимодействия живых организмов [11], например колоний муравьёв, пчелиный рой, стая птиц и другие. В основном, они нацелены на решение задач оптимизации и поиска пути. В статье рассматривается решение поставленной задачи на основании нового метода, заимствующего модели взаимодействия молекул внутри клетки. Модель представляется как непрерывный процесс взаимодействий, когда поддерживаются условия, способствующие сохранению, как исходных структур, так и вновь образуемых.

Модель рассматривается как многослойная, на каждом слое которой взаимодействуют множества различающихся свойствами элементов. Результат взаимодействия, во-первых, создаёт новые элементы с новыми структурами, а, во-вторых, обеспечивает сохранность уже существующих элементов. Такое взаимодействие известно на разных уровнях организации материи. Например, атом, как элемент атомного уровня, имеет структуру (электроны, протоны, нейтроны – элементы нижнего уровня организации субстанции). Индивидуальное взаимодействие атомов приводит либо к разрушению их структур и, тем самым, к появлению новых, либо к соединению нескольких структур, что, то же связано с появлением (синтезом) новой структуры. В органическом мире разнообразие элементов проявляется в размерах молекул, определяемых их углеродным скелетом, в химических свойствах, которые зависят от присоединённых к скелету элементов и химических групп, а также в конформационных характеристиках, зависящих от пространственных ориентаций фрагментов молекулы. Взаимодействие, порождающее новые структуры, поддерживается индивидуально для каждой пары, или тройки, или большей группы молекул специальным молекулярным механизмом – ферментом.

Клетка, как базовый элемент клеточного уровня образована из молекул, а совокупность взаимодействующих клеток образует структуру следующего уровня – организм. Взаимодействие между собой клеток обусловлено уже тремя формами взаимодействия. Первая и вторая формы наследуются от молекулярного и атомного уровней: индивидуальное взаимодействие базовых элементов клеточного уровня обусловлено взаимодействием множества базовых элементов нижних атомного и молекулярного уровней. Третья форма взаимодействия порождена системными свойствами, но уже клетки, как целостной структуры. Например, свойство подвижности клетки, как целостной структуры, создаёт новую форму взаимодействия ансамбля клеток, образующих ткань.

При рассмотрении двух или более элементов, участвующих во взаимодействии, будем различать элементы-субъекты и элементы-объекты. Взаимодействие есть некоторый процесс, который проявляется либо в появлении нового элемента продукта вместо элементов объектов, либо изменении хотя бы одного состояния элемента-объекта. Если взять базовый элемент i -го слоя, например, А, то можно рассматривать несколько моделей его взаимодействия:

- индивидуальное взаимодействие А с другим базовым элементом этого же i -го уровня, например, В;
- массовое взаимодействие базовых элементов $i-1$ -го уровня, с базовыми элементами $i-1$ -го, образующих структуру базового элемента А;
- массовое взаимодействие базовых элементов $i-2$ -го уровня, с базовыми элементами $i-2$ -го, образующих структуры базовых элементов уровня $i-1$, составляющих А.

Индивидуальные взаимодействия между базовыми элементами одного уровня, наблюдаемые в природе, относятся к одному из следующих двух видов:

- 1) все элементы, участвующие во взаимодействии являются равноправными и играют одну роль – объекта;
- 2) элементы, участвующие во взаимодействии, играют разные роли – есть субъект и объекты.

Для обоих видов взаимодействия результат может быть либо изменение состояния элементов, либо изменение структуры объектов (разрушение старой или появление новой). Результат зависит от характеристик взаимодействия, в том числе и от состояния (системные свойства) базовых элементов, которые взаимодействуют. Модель массового взаимодействия множества субъектов с множеством элементов-объектов предпочтительна тогда, когда нет возможности отследить во времени конкретные элементы-объекты, участвующие во взаимодействии с элементом-субъектом, а значит и их характеристики. Такие модели широко используются в естествознании, в том числе в физике и химии. В физике известны корпускулярные и полевые модели для описания одного и того же явления, например, в оптике. В химии можно найти описание взаимодействия фермента с коферментом, как с помощью модели индивидуального избирательного взаимодействия, так и с использованием модели поля: исследование влияния концентрации вещества кофермента на скорость реакции, которая протекает с ферментом.

Любое индивидуальное взаимодействие является избирательным. Если говорить о взаимодействии на молекулярном уровне внутри клетки, то во взаимодействии фермента с субстратами первый играет роль субъекта, а последние – объектов, во взаимодействии кофермента с ферментом также первый играет роль субъекта, а последний – объекта. Все элементы обладают высокой специфичностью (избирательностью): форма активного центра фермента в точности соответствует форме молекулы субстрата и так далее. В с внутриклеточные процессы, в конечном итоге, сводятся к взаимодействиям, в которых задействованы ферменты и, поэтому, носят строго избирательный характер и в модели представлены в виде:

ЕСЛИ значения конкретного подмножества характеристик элемента-объекта нечётко соответствуют значениям конкретного подмножества характеристик элемента-субъекта

ТО реакция (характеристики реакции зависят от нечёткого соответствия).

На основании аппарата нечёткого фактора уверенности [12] введен формализм нечёткого соответствия, например, для i -го входа $\rho(\overset{\wedge}{In}_i, [\overset{\wedge}{In}_i]_t)$ элемента-субъекта, а на этой основе формализована нечёткая характеристика реакции (принятия решения) \hat{R}

$$\{\hat{R}\}_t = F([\overset{\wedge}{\Theta}^{x_1}]_t, [\overset{\wedge}{\Theta}^{x_2}]_t, \dots, [\overset{\wedge}{\Theta}^{x_n}]_t, \{\rho(\overset{\wedge}{In}_i, [\overset{\wedge}{In}_i]_t), \forall i \in \Omega\}, \quad (6)$$

где $[\overset{\wedge}{\Theta}^{x_j}]_t$ – нечёткая характеристика x_j состояния элемента-субъекта; $\overset{\wedge}{In}_i$ – прототип i -го входа элемента-субъекта; $[\overset{\wedge}{In}_i]_t$ – нечёткая характеристика фактического взаимодействия; Ω – множество входов, мощность которого \hat{n}_i равна количеству различающихся индивидуальных избирательных взаимодействий агента-субъекта с агентами объектами.

Следующая модель, заимствованная у клетки – управляемое взаимодействие. Реакции, протекаемые с участием ферментов, могут быть управляемыми кофакторами – веществами, присутствие которых

влияет на проявление каталитической активности ферментов. В молекулярной биологии известно несколько групп кофакторов. В докладе приводится модель взаимодействия, заимствованная у аллостерических ферментов: коферменты активаторы – они увеличивают сродство активного центра фермента с субстратом – и коферменты ингибиторы – они уменьшают сродство активного центра фермента с субстратом. Частный вид модели взаимодействия элемента-субъекта с двумя состояниями и двумя входами на основании формулы (6) имеет вид

$$\begin{aligned} \{[R]_t &= F([\Theta^{x_2}]_t, \rho(\hat{In}_{\sim 1}, [In]_t)), \\ \{[\Theta^{x_2}]_{t+1} &= T_1([\Theta^{x_1}]_t, \rho(\hat{In}_{\sim 2}, [In]_t)), \\ \{[\Theta^{x_1}]_{t+1} &= T_2([\Theta^{x_2}]_t, [\Theta^{x_2}]_{t-1}, \dots, [\Theta^{x_2}]_{t-m}, \rho(\hat{In}_{\sim 2}, [In]_t)). \end{aligned} \quad (7)$$

В (7) первое выражение устанавливает зависимость между нечёткой характеристикой процесса протекания реакции R и двумя переменными: нечёткими характеристиками состояния x_2 и близости прототипа $\hat{In}_{\sim 1}$ и фактической характеристики $[In]_t$ индивидуального взаимодействия. Из (7) видно, что результат взаимодействия (реакция) активизируется/деактивируется только одним из двух возможных состояний – x_2 . Второе и третье выражения в (7) связывают состояния элемента с входами и предшествующими состояниями. Видно, что третье выражение отражает динамику (инерционность) перехода из состояния x_2 в состояние x_1 , о чём говорилось ранее при обсуждении взаимодействия фермента с коферментами. Управление состоянием элемента-субъекта осуществляется посредством второго входа: чем ближе ситуация, описывающая индивидуальное взаимодействие элемента с субэлементом (фермента с коферментом), тем больше уверенность в том, что элемент находится в состоянии, готовом к взаимодействию с другими элементами (фермент с субстратом).

На основании изложенного формализма взаимодействий построена имитационная модель клиентов (3)-(5). Последняя включает модель взаимодействия множества двухуровневых комплексов «клиент-услуга-тариф-качество» с множествами составляющих элементов в «полях», характеризующих концентрации конкурентов и потенциальных клиентов, маркетинговую активность, демографическую «заточенность», технические возможности, экономико-социальные условия и другие факторы, представленные в табл.1. Характеристики полей задавались на основании данных статистического анализа и обобщения мнений экспертов в виде нечётких оценок. Пространство взаимодействий разбивалось на подпространства, в соответствии с территориально-техническими возможностями предприятия по подключению клиентов. Для каждого подпространства генерировались исходные данные для моделирования одного варианта – случайные значения количества потенциальных клиентов на основании статистических данных и мнений экспертов, характеристики полей.

Выводы. Показана возможность применения нового подхода имитационного моделирования, основанного на нечёткой модели взаимодействия элементов во множестве независимых полей, заимствованной у живой природы – процессы взаимодействия молекул внутри клетки – для решения практической задачи – оценки показателей бизнес плана предприятия связи. Данная задача характеризуется большой размерностью и сложностью моделирования. С помощью нового метода были получены оценки экономических показателей доходы, расходы, прибыль, зависящие от количества клиентов предприятия и видов предоставляемых услуг для множества управляющих параметров, которые варьировались в широких пределах, что является преимуществом над традиционными методами. Для решения указанной задачи достаточно вычислительных ресурсов персонального компьютера.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кузнецов А.И. Технология бизнес-планирования./Кузнецов А.И. http://www.iteam.ru/publications/strategy/section_16/article_1661/
2. Планирование и анализ инвестиционной деятельности предприятий http://www.iteam.ru/publications/strategy/section_19/article_123/
3. Верхоглазенко В.Н. Стратегическое планирование как условие осмысленного развития компании/Верхоглазенко В.Н. <http://acmegroup.ru/node/268>
4. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход [Текст]/ С. Рассел, П. Норвиг. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1407 с.
5. Розанова Н.М. Ситуационный анализ в экономике. Учебное пособие. “Высшее образование” Экономика (2011 г.) 590 стр.
6. Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталев Е.Ю., Барановская Т.П. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе. М.: Финансы и Статистика, 2001, 224 с.

7. Кунц Г., О Доннел С., Управление: системный и ситуационный анализ управленческих функций. Т.2. - М.,1982
8. Савчук В.П. Финансовый менеджмент предприятия: прикладные вопросы с анализом деловых ситуаций. / Савчук В.П. – К.: Издательский дом «Максимум», 2001. – 600 с.
9. Снетков Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебно-практическое пособие. – М.: Изд.центр ЕАОИ, 2008. – 228 с.
10. Каргин А.А. Введение в интеллектуальные машины. Книга 1. Интеллектуальные регуляторы / А.А.Каргин. – Донецк: Норд-Пресс, ДонНУ, 2010. – 526 с.
11. Yan Meng. “Bio-Inspired Self-Organizing Robotic Systems” / Yan Meng, Yaochu Jin// Springer-Verlag Berlin And Heidelberg Gmbh Co. Kg., Germany, 2011

КАРГИН Анатолий Алексеевич - декан физического факультета ДонНУ, зав. кафедрой компьютерных технологий, д.т.н., проф.

Научные интересы: мягкие вычисления, системы искусственного интеллекта, компьютерная лингвистика, интеллектуальные машины, основанные на теории ситуационного управления и моделях когнитивной психологии.

БАБОСЮК Надежда Андреевна –старший преподаватель кафедры компьютерных технологий ДонНУ.

Научные интересы: системы искусственного интеллекта, системы принятия решений в экономике.