

УДК 004.02

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА БЕНЧМАРКИНГА ДЛЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ КОМПАНИЙ

Березин А.А.

*НОУ ВПО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Москва,
e-mail: artparis@mail.ru*

В статье рассматриваются вопросы математического моделирования и исследования взаимодействия конкурирующих компаний на рынке в рамках процесса бенчмаркинга для определения, понимания и выработки стратегии эффективного функционирования и повышения конкурентоспособности. Компании рассматриваются в организационном поле, представляющем многозвенную агрегативную систему большого порядка с нелинейной обратной связью, где порядок определяется числом дифференциальных уравнений. Система моделируется посредством связанных дифференциальных уравнений Ван дер Поля со случайной правой частью и запаздыванием. Модель строится на примере схемы рыночного взаимодействия двух крупнейших сетевых ритейлеров. Данная схема показывает механизм конкуренции пар компаний, которые и предлагается исследовать в рамках концепции бенчмаркинга. Исследования предложенной системы уравнений выполнены в инструментальной среде пакета Mathematica 5.1 фирмы Wolfram Research. Результаты моделирования использованы для изучения динамики показателей ряда компаний отечественного ритейла, взаимодействующих в процессе бенчмаркинга.

Ключевые слова: бенчмаркинг, конкуренция, конкурентоспособность, математическая модель, динамика, флуктуации, уравнения Ван дер Поля, информационное взаимодействие

MATHEMATICAL MODEL OF PROCESS BENCHMARKING FOR PROGNOSTIC ESTIMATIONS OF DYNAMICS AND COMPETITIVENESS OF THE COMPANIES

Berezin A.A.

NOU VPO «Moscow University for Industry and Finance «Synergy», Moscow, e-mail: artparis@mail.ru

The article deals with the problems of mathematical modeling and the study of the interaction of the companies competing within the framework of the benchmarking process for definition, understanding and working out the strategy of effective functioning and increasing competitiveness. The companies are considered in the organizational field, representing iterative aggregate system of a big order with a nonlinear feedback where the order is defined by the number of differential equations. The system is described by coupled Van der Pol differential equations with random right parts and a time lag. The model is built on the example of the market interaction of the two largest retailer networks. The developed model shows the mechanism of competition of the companies' pairs which are suggested to be investigated within the framework of the benchmarking concept. The computer study of the suggested system of equations is executed within the framework of the package Mathematica of 5.1 by Wolfram Research. The results of modeling are used for studying the dynamics of some economic parameters of Russian domestic retail companies, cooperating in the benchmarking process.

Keywords: benchmarking, competition, competitiveness, mathematical model, dynamics, fluctuations, the Van der Pol equations, information interaction

Бенчмаркингом называется процесс определения, понимания и адаптации имеющихся примеров эффективного функционирования конкурентной компании. Основные цели проведения бенчмаркинга включают повышение эффективности работы собственного предприятия [8], исследование конкурентоспособности ближайших конкурентов на рынке, организацию конкурентной стратегии, выработку способов управления ею, отбор и оценку факторов влияния на конкурентоспособность.

Преимущество применения технологии бенчмаркинга состоит в том, что в результате него производственные и маркетинговые функции становятся более управляемыми. Это очевидно, так как в компании на основе исследования «чужого» опыта выбирают-

ся, анализируются и внедряются лучшие методы и технологии, которые уже прошли апробацию в других компаниях или отраслях. Другими словами, стратегия бенчмаркинга – это стратегия повышения конкурентоспособности компании.

Взаимодействие между конкурирующими в рамках процесса бенчмаркинга компаниями происходит, по сути, в организационном поле, то есть в сложной социально-экономической системе [7]. Структура управления компанией также имеет все признаки сложной системы. Все процессы в сложных открытых системах носят нелинейный характер и поэтому описываются нелинейными дифференциальными уравнениями. Подобная нелинейная модель позволяет математически корректно

рассматривать и моделировать реальные социально-экономические системы с динамическими характеристиками. В этой связи формализация процесса бенчмаркинга и исследование его роли в формировании конкурентных отношений между компаниями направлены на использование выявленных закономерностей для синтеза конкретных рекомендаций по повышению эффективности экономических стратегий их рыночного поведения.

Синтез математической модели конкурирующих субъектов

Среди первых попыток математического описания динамики развития социально-экономических систем следует назвать модель Гудвина, которую часто называют моделью «хищник–жертва» [10]. Она описывает экономическую систему с помощью дифференциальных уравнений, моделирующих процесс конкуренции между двумя компаниями по аналогии с процессом борьбы двух видов хищников за один источник пищи. В данном случае в качестве источника пищи выступает рынок или какой-либо его региональный сегмент, например, продуктовый. Однако, эта модель оказалась малоэффективной, поскольку она была способна отражать только регулярные (линейные) колебания некоторых экономических параметров, как правило, численности конкурентов и количества торговых объектов в их распоряжении. Вместе с тем, при решении задач прогнозирования ограничение числа рассматриваемых параметров только снижает точность прогноза. Кроме того, в экономике случайные флуктуации параметров также имеют нелинейный характер и представляют собой комбинацию экспоненциальных и колебательных функций.

В общем случае компания представляет собой многозвенную структуру большого порядка с нелинейной обратной связью. Порядок такой структуры определяется числом дифференциальных уравнений, необходимых для описания уровней системы, причем уровни могут быть определены набором существенных для нее параметров порядка, отражающих конкурентное взаимодействие между компаниями.

Организационное поле с компаниями-конкурентами в этом случае представляется как агрегативная система, состоящая из конкурирующих динамических агрегатов. В простейшем случае, такая система состоит из двух автономных агрегатов, связанных между собой условиями ведения бизнеса. Агрегативная система конкурирующих структур является с позиции системно-синергетического подхода [6] самоор-

ганизирующимся и самоподдерживающимся комплексом. В качестве аналога можно привести пример системы двух конкурирующих за энергию источника питания генераторов [5].

Тогда агрегативная система может быть определена посредством двух связанных дифференциальных уравнений Ван дер Поля со случайной правой частью. На рис. 1 приведена упрощенная схема рыночного взаимодействия двух крупнейших сетевых ритейлеров для построения математической модели связанных уравнений Ван дер Поля. Данная схема показывает механизм конкуренции пары компаний, которые и предлагается исследовать с позиции концепции бенчмаркинга в процессе рыночных взаимодействий.

Согласно схеме на рис. 1, процесс конкуренции между двумя компаниями в процессе бенчмаркинга по аналогии с процессом конкуренции между двумя самоподдерживающимися системами, можно записать в виде двух связанных уравнений Ван дер Поля с запаздыванием. Тогда математическая модель выглядит следующим образом [9]:

$$\frac{d^2 X_1}{dt^2} - a_1(1 - Z_1) \frac{dX_1}{dt} + \omega_1^2(1 + \alpha_1 X_2)X_1 =$$

$$= c_1 \frac{d^2 X_2}{dt^2} + r_1 F_1 + d_1 F_3$$

$$b_1 Z_1 + T_1 \frac{dZ_1}{dt} = X_1^2$$

$$\frac{d^2 X_2}{dt^2} - a_2(1 - Z_2) \frac{dX_2}{dt} + \omega_2^2(1 + \alpha_2 X_1)X_2 =$$

$$= c_2 \frac{d^2 X_1}{dt^2} + r_2 F_2 + d_2 F_3$$

$$b_2 Z_2 + T_2 \frac{dZ_2}{dt} = X_2^2$$

Здесь X_1 , X_2 – переменные, отражающие различные экономические показатели развития компаний, например, динамика величины чистой прибыли (динамика валовой прибыли, динамика показателя EBITDA, объем продаж продукта компаниями в единицу времени и т.д.), a_1 , a_2 – величины, пропорциональные нормированному удельному количеству персонала в магазинах/100 м², Z_1 , Z_2 – переменные, отражающие эффективность работы распределительных центров во времени, которая определяется в системе как функция,

пропорциональная среднему значению ежедневного товарного запаса компании. Уравнения, содержащие переменные Z_1, Z_2 , описывают функцию работы таких центров, как буферных компенсаторов скачков спроса для основных функций X_1, X_2 в различных ситуациях. Зависимость функций X_1, X_2 от функций Z_1, Z_2 носит нелинейный характер.

T_1, T_2 – постоянные величины, пропорциональные усредненной скорости изменения товарного запаса и изменяющиеся в диапазоне величин от 0,1 до 2. Они задаются при настройке модели на определенную компанию в зависимости от интенсивности работы ее распределительных центров и от того, является ли компания лидером или претендентом на лидерство в конкурентной паре. Лидером считается компания, оборачиваемость которой выше, чем у компании-претендента, b_1, b_2 – величины, пропорциональные нормированному товарообороту на единицу площади первой и второй компании, ω_1, ω_2 – величины, обратные времени товарообращения, равного годовому или месячным периодам, r_1, r_2 – постоянные коэффициенты, пропорциональные капитальным затратам компаний. Среднегодовой показатель CAPEX для конкретной ком-

пании принимается равным единице, а его процентное изменение берется как доля от единицы, F_1, F_2 – периодические функции, представляющие экспоненту в синусоидальной степени. Отображают резонансное влияние величины CAPEX на решение системы, d_1 – коэффициент, равный одной тысячной от величины среднегодовых значений чистой прибыли (или иного итогового экономического показателя) основного конкурента рассматриваемых компаний в других странах. Экономическое обоснование величины коэффициента d_1 вытекает из следующих рассуждений:

а) доля рынка, занимаемая основным конкурентом Wal-mart, приблизительно составляет около 10 % (ТОП-250 мировых ритейлеров);

б) доля рынка крупнейшего отечественного ритейлера X5 Retail Group, равна примерно 0,3 %;

в) значение коэффициента d_1 при функции шума, стимулирующего рынок (хаотические флуктуации) F_3 , будет около одной тысячной (сказывается влияние затухающей флуктуации рынка), F_3 – случайная функция, представляющая экспоненту в синусоидальной степени со случайной фазой.



Рис. 1. Схема рыночного взаимодействия двух сетевых ритейлеров

Обе компании на рынке связаны наличием информации друг о друге. При этом различаются два типа информации. Первый тип – неформальная информация, к которой относится конфиденциальная информация компании (планы о выпуске нового или модифицированного продукта, кредитная и кадровая политика, сведения о скрытой государственной поддержке и т.д.). Второй тип – формальная или общедоступная информация, которая может быть получена из открытых источников (с рабочих сайтов компаний), рекламных объявлений, анкет рядовых покупателей и т.д., α_1 , α_2 – коэффициенты, показывающие степень владения компаниями конфиденциальной информацией друг о друге (в статье коэффициенты нормированы по посещаемости магазинов компаний за год, показатель «Магнита» принят за единицу, а показатель X5 Retail Group равен 0,8, c_1 , c_2 – коэффициенты, отражающие степень повседневной информированности компаний друг о друге (равны 0,8 для обеих компаний)).

Экспериментальные исследования компаний-ритейлеров в процессе моделирования

Исследования системы уравнений были выполнены в инструментальной среде пакета Математика 5.1. По результатам компьютерного моделирования и анализа, модель была использована для изучения динамики показателей ряда компаний отечественного ритейла, взаимодействующих в процессе бенчмаркинга. В частности, были рассмотрены две пары конкурирующих компаний: «Магнит» и «X5 Retail Group», «Дикси» и «О'кей».

На основании введенных в математическую модель данных по динамике показателя EBITDA компаний «Магнит» [3], X5 Retail Group [1], а также «Дикси» [2] и «О'кей» [4] были построены модельные прогностические графики. На рис. 2 и 3 приведены графики оптимального прогноза динамического показателя EBITDA для компаний розничной торговли «Магнит», X5 Retail Group, «Дикси» и «О'кей» с прогностической частью (с 2013 по 2015 год). Результаты анализа модели показали, что в отличие от парной модели процесса бенчмаркинга [9], в которой наблюдается сильная зависимость конкурентоспособности компаний от степени владения повседневной информацией друг о друге, в расширенной двухпарной модели такой зависимости не наблюдается.

Увеличение амплитуды рыночных флуктуаций и конкурентоспособности компаний происходит только при 50% владении ими

стратегической инсайдерской информацией друг о друге. Кроме того, уменьшение величины рыночных флуктуаций приводило согласно модели к уменьшению конкурентоспособности всех компаний, включенных в процесс бенчмаркинга. Уменьшение величины рыночных флуктуаций резко ухудшало построение прогноза за счет большого увеличения числа прогностических сценариев.

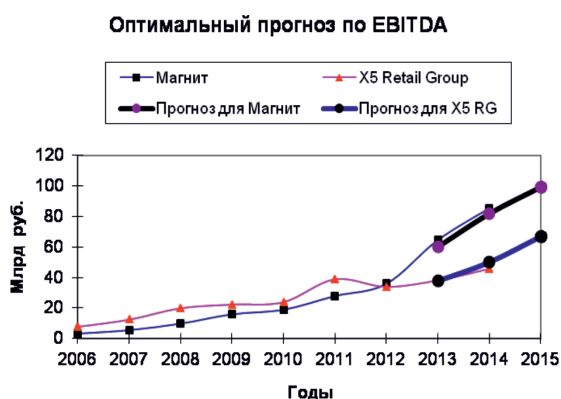


Рис. 2. Графики прогноза динамики показателей EBITDA компаний «Магнит» и X5 Retail Group

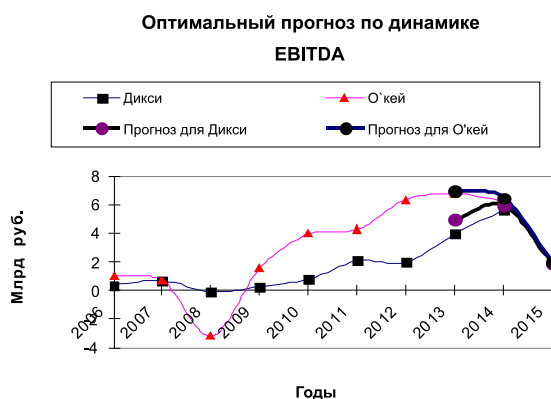


Рис. 3. Годовая динамика показателей EBITDA (млрд руб.)/год для компаний «Дикси» и «О'кей» за 2013–2014 годы и прогноз до 2015 года

Заключение

Таким образом, использование разработанной математической модели для описания динамики EBITDA прибыли пар компаний «Магнит» и X5 Retail Group, а также «Дикси» и «О'кей», рассматриваемых в процессе бенчмаркинга, показывает принципиальную возможность ее применения для описания динамики экономических показателей сходных компаний в процессе их конкурентного взаимодействия.

Исследование модели также показало возможность ее использования в режиме

прогнозирования для построения модельных прогностических графиков динамики изменения чистой прибыли пар компаний «Магнит» и X5 Retail Group, «Дикси» и «О'кей» на год вперед. Исследование модели в прогностическом режиме показало, что при ежегодном увеличении среднего уровня капитальных затрат, товарооборота и численности персонала возможно увеличение доли чистой прибыли.

В качестве основных результатов моделирования процесса бенчмаркинга можно сделать следующие выводы:

1. В целях увеличения своей конкурентоспособности и упрочения рынка отечественного ритейла компаниям «Магнит», X5 Retail Group, а также «Дикси» и «О'кей» следует проводить не обособленную монополистическую политику, а кооперативную с взаимным информированием друг друга.

2. Активность рынка отечественного ритейла зависит от всех компаний, работающих на этом рынке. В связи с этим проведение некооперативной, а монополистической политики отдельными компаниями приводит к ослаблению активности всего рынка.

Исследование модели функционирования пар конкурирующих компаний в различных режимах путем подстройки параметров модели и последующих прогно-

стических оценок позволяет исследовать рыночные взаимодействия конкурентов в процессе бенчмаркинга. Основной целью моделирования является разработка стратегии управления и поддержки принятия решений [6] для повышения эффективности работы и динамики развития финансовых и торговых организаций, находящихся в конкурентных отношениях с исследуемыми хозяйствующими субъектами.

Список литературы

1. Официальный сайт компании «X5 Retail Group». – x5.ru/
2. Официальный сайт компании «Дикси». – dixy.ru/
3. Официальный сайт компании «Магнит». – magnit-info.ru/
4. Официальный сайт компании «О'кей» – okmarket.ru.
5. Теодорчик К.Ф. Автоколебательные системы. Государственное издательство технико-теоретической литературы. – М., 1952. – С. 271.
6. Финогеев А.Г. Моделирование исследования системно-синергетических процессов в информационных средах: Монография. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2004. – 223 с.
7. Форрестер Д. Мировая динамика. – М.: АСТ, 2006. – 384 с.
8. Харрингтон Дж. Бенчмаркинг в лучшем виде! 20 шагов к успеху. – Питер, 2004. – 173 с.
9. Чеглов В.П. и Березин А.А. Сравнительный анализ стратегий розничных торговых компаний с помощью математического моделирования на примере компаний отечественного ритейла: X5 Retail Group и «Магнит». // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2014. – № 3. – С. 90.
10. Victor Vadash, An Economic Application of the Lotka-Volterra Predator, Prey, Google. 2013. – P. 1–3.