

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВОЙ СЕТИ НА ПЛАТФОРМЕ IBM COGNOS TM<sup>1</sup>

### **Нефедов Вячеслав Владимирович**

менеджер программ, Селения Софтвэр Н. А.

Адрес: Селения Софтвэр Н. А., 30062, США, Мариетта, штат Джорджия, Джонсон Ферри Род, 1509, офис 150.

E-mail: vnefedov@nefedov.net

### **Китова Ольга Викторовна**

доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой информатики РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: Olga.Kitova@mail.ru

### **Старовойтов Андрей Владимирович**

главный специалист департамента банковских и информационных технологий Банка ВТБ 24 (ПАО).

Адрес: Банк ВТБ 24 (публичное акционерное общество), 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 35.

E-mail: oldwarr1@gmail.com

Авторами разработан симулятор розничной торговой сети на платформе IBM Cognos TM1, предназначенный для исследования и разработки систем поддержки принятия решений. В статье описывается имитационная модель розничного рынка, являющаяся частью симулятора. Моделирование проводится для системы, состоящей из произвольного количества регионов, розничных торговых сетей, представленных во всех регионах, трех форматов магазинов, отличающихся площадью и ассортиментом, и трех групп товаров. Используемая модель спроса Голда/Прея позволяет моделировать принятие решений о количестве открываемых магазинов в разных регионах и о торговой наценке в зависимости от предположений о конкурентоспособности магазинов моделируемой торговой сети. Модель включает в себя динамику спроса, цен и затрат на маркетинг, является параметрической и дает значимые результаты при широком диапазоне входных данных благодаря использованию принципов системной динамики, сигмообразных функций отклика рынка и некоторых дополнительных эвристик, описанных в статье.

*Ключевые слова:* имитационное моделирование, стратегическое целевое планирование, ключевые показатели эффективности, системная динамика.

---

<sup>1</sup> Статья подготовлена по результатам исследования «Разумный маркетинг и коммерция», проведенного при финансовой поддержке компании IBM.

## IMITATION MODEL OF DEVELOPING RETAIL NETWORK ON THE PLATFORM IBM COGNOS TM1

### **Nefedov, Vyacheslav V.**

Program manager, Celenia Software N. A. Inc.

Address: Celenia Software N. A. Inc., 1509 Johnson Ferry Road, Suite 150, Marietta, GA 30062, USA.

E-mail: vnefedov@nefedov.net

### **Kitova, Olga V.**

Doctor of Economics, Assistant Professor, the Head of the Department for Information Science of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University of Economics, 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation.

E-mail: Olga.Kitova@mail.ru

### **Starovoytov, Andrey V.**

Chief Expert of the Department for Banking and Technological Technologies of VTB 24 Bank.

Address: VTB 24 Bank plc, 35 Myasnitskaya Str., Moscow, 101000, Russian Federation.

E-mail: oldwarr1@gmail.com

The authors developed a stimulator of the retail network on the platform IBM Cogcos TM1 meant for research and design of the system of supporting decision-making. The article describes the imitation model of the retail market being a part of the stimulator. Modeling is done for the system consisting of optional number of regions, retail networks available in all regions, three formats of shops which differ in areas and product range and three groups of products. The demand model by Gold/Prey provides an opportunity to model decision-making about the number of shops being opened in various regions and about the trade make-up depending on the assumption concerning competitiveness of shops in the network. The model includes dynamics of demand, prices and costs of marketing, it is parametric and provides serious results with a wide range of income data due to principles of system dynamics, sigma-shaped functions of market response and some additional eristic described in the article.

*Keywords:* imitation modeling, strategic target planning, key figures of efficiency, system dynamics.

#### **Особенности, цели и задачи модели**

**Н**астоящая статья представляет собой исследование на стыке двух популярных в экономике тем – поддержки принятия решений и моделирования развития розничной сети. Существует большое количество моделей развития розничной сети, дающих приемлемый результат с точки зрения точности и достоверности. Авторами разработана ком-

пьютерная модель, которая использует существующие модели развития розничной сети и дает прогноз, достаточный для разработки второй части модели – поддержки принятия решений. Объектом моделирования является виртуальная компания, продающая в розницу строительные материалы трех групп во всех регионах России через магазины трех размерных категорий.

Модель состоит из трех больших алгоритмических блоков: расчета показателей рынка, расчета показателей моделируемой торговой сети и системы поддержки принятия управленческих решений (рис. 1).



Рис. 1. Схема модели

Показатели рынка рассчитываются исходя из общих сумм маркетинговых затрат на рынке и среднерыночных цен и включают в себя прогнозирование спроса и расчет предполагаемой реакции конкурентов. Расчет показателей прогнозируемой сети производится исходя из принципа пропорциональности объемов продаж и привлекательности каждого формата магазина в каждом регионе. Привлекательность определяется исходя из цен и уровня маркетинговых затрат.

Модель разрабатывается для версии 10.2 программного обеспечения IBM Cognos TM1 и позволяет проводить вычислительный эксперимент по развитию розничной сети в течение нескольких лет. Программное обеспечение IBM Cognos TM1 предназначено для автоматизации процессов планирования и бюджетирования на предприятиях и позволяет разработчику с небольшими трудозатратами разрабатывать хранилище многомерных данных, а также интерфейсы пользователя для просмотра и изменения данных.

Вычислительный эксперимент начинается с генерации начальных данных (начальных показателей розничной сети), далее пользователь системы может анализировать данные с помощью таблиц и графиков и принимать управленческие решения. После принятия комплекса управленческих решений запускается функция «закрытие года», которая рассчитывает последствия принятых решений и генерирует данные для следующего виртуального года. Пользователь модели определяет стратегию развития компании в соответствии с произвольно заданными целями – достижение определенной общей доли рынка, обеспечение некоторого минимального значения доли рынка в каждом из регионов либо максимизация прибыли компании (рис. 2).

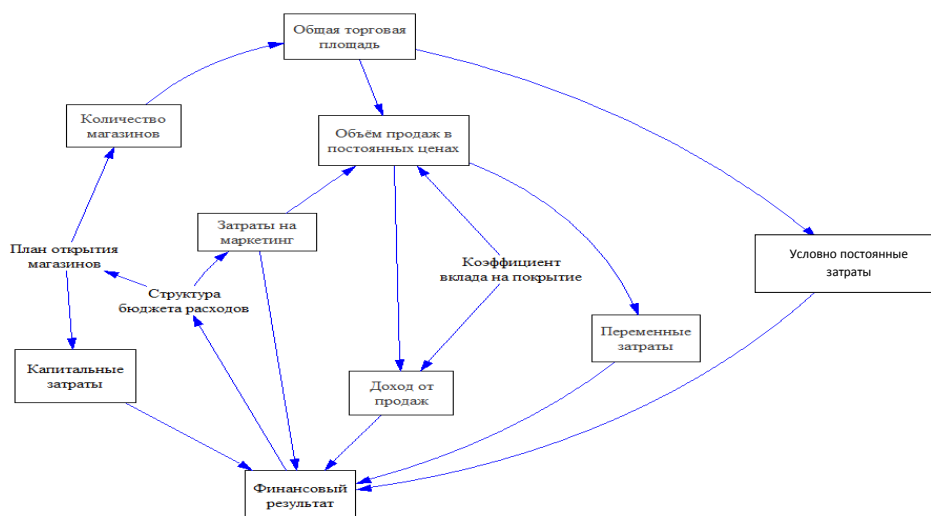


Рис. 2. Взаимное влияние управленческих решений друг на друга и на финансовый результат (без прямоугольников показаны управляющие факторы)

### Модель рынка

Для моделирования отклика потребителя на рекламу и на изменение цен используется мультипликативная модель, в которой результирующие продажи равны произведению функций факторов, влияющих на спрос: численности населения, уровня цен и объема вложений в маркетинг на одного жителя. Мультипликативными являются многие наиболее проработанные модели отклика объема рынка на изменение цен и объем рекламы, например, коммерческая модель консалтинговой компании Ниельсен SCAN\*PRO, описанная в работах Доминика Хансенса с соавторами [6], и модель Голда/Прея [1; 2; 8].

Для каждого региона в модели реализована независимая подмодель. Потребление товара рынком целиком в модели является функцией затрат на рекламу и цен:

$$AC = AC_{\max} \cdot Attr_A \cdot Attr_{MRR},$$

$$Attr_A = \text{gompertz}(\sum \bar{A}),$$

$$Attr_P = \text{gompertz}(\sum MRR),$$

где  $AC$  – среднее потребление на душу населения;

$AC_{\max}$  – максимальный уровень потребления товара на душу населения при бесконечных затратах на маркетинг и нулевой цене;

$Attr_A$  – влияние на потребление затрат на маркетинг всех компаний рынка;

$Attr_P$  – влияние на потребление среднего уровня цен на рынке;

*gompertz* – функция Гомпертца, сигмо-

образная кривая вида  $f(x) = k_1 e^{k_2 e^{k_3 x}}$  (обоснование использования для расчетов коэффициентов влияния уровня затрат и уровня цен функций Гомпертца приводится ниже);

$\bar{A}$  – общая сумма затрат на маркетинг всех компаний рынка, деленная на численность населения территории;

$\overline{MRR}$  – средняя величина коэффициента вклада на покрытие – отношение маржинальной прибыли к переменным затратам. В рамках данной модели переменные

затраты предполагаются постоянными и одинаковыми для всех участников рынка, что позволяет использовать единую метрику коэффициента вклада на покрытие для всех товаров в уравнениях спроса вместо цены.

Для моделирования зависимости объема продаж от рекламы используются следующие предпосылки:

1. Даже при нулевых затратах на маркетинг величина продаж не равна нулю.

2. Эластичность спроса по затратам на маркетинг невелика при небольших затратах, достигает своего максимума при некоторой определенной сумме затрат на маркетинг в расчете на одного жителя и затем опять уменьшается.

3. Объем продаж в ценах закупки на одного жителя территории не может превышать некоторого специфичного для территории уровня при любом уровне затрат на маркетинг.

4. Функция эластичности спроса по затратам на маркетинг не является симметричной. При небольших затратах на маркетинг эластичность спроса меняется быстрее, чем при больших.

Первым трем требованиям отвечают S-образные кривые, такие как логистическая функция или функция Гомперца. Так как логистическая функция является симметричной, то она не удовлетворяет четвертому требованию, и более корректным будет при моделировании использовать функцию Гомперца. График зависимости спроса от затрат на маркетинг представлен на рис. 3.

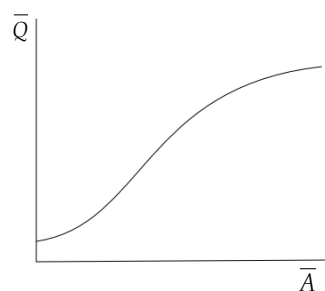


Рис. 3. Зависимость объема продаж на одного жителя в ценах закупки от величины затрат на маркетинг

Зависимость объема продаж от средней цены на рынке также является S-образной (рис. 4) и удовлетворяет следующим условиям:

1. Спрос в ценах закупки не может превышать некий предел при сколько угодно низких ценах.
2. Эластичность спроса по цене имеет один максимум в середине кривой.
3. Эластичность спроса по цене меняется быстрее при низких ценах и медленнее – при высоких.

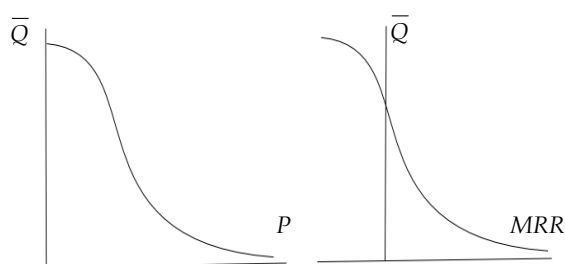


Рис. 4. Зависимость объема продаж на одного жителя от цены и от коэффициента маржинальной прибыли (вклада на покрытие)

Решение для средней цены и уровня затрат на маркетинг по рынку кроме моделируемой компании принимается исходя из расчета максимизации прибыли участников рынка.

Для расчета величины торговых площадей используется предположение, что постоянные затраты являются функцией торговой площади и возрастают нелинейно, а эффект от увеличения торговых площадей пропорционален отношению торговых площадей конкретной сети к общим торговым площадям на рынке, т. е.

$$F = f_3(SA),$$

$$S = f_4(SA),$$

где  $F$  – условно постоянные затраты;

$SA$  – величина торговых площадей;

$S$  – объем продаж.

Выбор решения о величине торговых площадей в модели представлен некооперативной задачей, каждый участник рынка принимает решение самостоятельно. Об-

щий объем рынка при этом не меняется, масштаб кривой зависит от предположения о средней величине участников рынка.

### Модель доли рынка

Наиболее распространенная функция доли рынка основана на конкурентном выборе покупателя между торговыми точками и пропорциональна привлекательности торговых точек для покупателя. Функция привлекательности является произведением факторов привлекательности: площади магазина и набора коэффициентов привлекательности магазина для покупателя. Эта модель была протестирована де Боле с соавторами [7] на примере рынка продуктового ретейла в Бельгии и показала меньшее, чем 50%, отклонение расчетного значения валового оборота торговой точки для 98,41% моделируемых магазинов:

$$\frac{Q_*}{Q} = \frac{SA_* \cdot Attr_p \cdot Attr_A}{(SA_* + SA_K) \cdot Attr_p \cdot Attr_A},$$

где  $Q_*$  – объем продаж моделируемой компании в ценах закупки;

$Q$  – общий объем рынка в ценах закупки;

$SA_*$  – величина торговых площадей моделируемой сети;

$Attr_p$  – привлекательность моделируемой торговой сети по ценам;

$Attr_A$  – привлекательность моделируемой торговой сети по затратам на маркетинг;

$SA_K$  – сумма торговых площадей конкурентов;

$Attr_p$  – привлекательность для покупателей среднерыночной цены;

$Attr_A$  – привлекательность для покупателей совокупных затрат на маркетинг.

В модель заложено изменение экономической ситуации для каждого последующего периода с учетом следующих факторов: уровня средних рыночных цен, уровня затрат на маркетинг и случайных коле-

баний спроса. Объем рынка рассчитывается в количественном выражении в некоторых условных единицах. Функция спроса является мультипликативной, т. е. наклон кривой спроса определяется суммой коэффициентов цен, затрат на маркетинг и величины торговой площади. Коэффициенты являются функциями Гомперца от влияющих факторов:

$$f(x) = k_1 e^{k_2 e^{k_3 x}},$$

где  $k_1$  – положительное число, верхний предел функции при факторе, стремящемся к бесконечности;

$k_2$  – отрицательное число между -1 и 0, показатель смещения функции по оси  $x$ ;

$k_3$  – отрицательное число, показатель наклона (сглаживания) кривой (чем он меньше, тем наклон кривой больше).

### Принятие решений пользователем

Для принятия решений пользователем используются стандартные возможности конструирования форм IBM Cognos TM1. Например, отчет для анализа рынка в предлагаемой модели выглядит следующим образом:

Год планирования		2013		Изменение объема рынка	Объем продаж 2011	Объем продаж 2012	Изменение объема продаж	Доля рынка 2011	Доля рынка 2012	Операционная прибыль 2011	Операционная прибыль 2012
Регион	Объем рынка 2011	Объем рынка 2012									
Центральный федеральный округ	2 413 524	1 761 873	↓ -27%	96 541	107 863	↑ 11 322	4%	6,1%	20 274	43 145	
Северо-Западный федеральный округ	1 436 011	1 637 053	↑ 14%	746 726	716 538	↓ 30 188	52%	43,8%	283 756	214 961	
Южный федеральный округ	2 105 174	2 336 743	↑ 11%	610 500	667 762	↑ 57 262	29%	28,6%	225 885	193 651	
Северо-Кавказский федеральный округ	1 365 519	1 734 209	↑ 27%	505 242	504 106	↓ 1 136	37%	29,1%	80 839	151 232	
Приволжский федеральный округ	2 318 408	2 527 065	↑ 9%	695 522	749 215	↑ 53 693	30%	29,6%	271 254	209 780	
Уральский федеральный округ	2 014 059	2 376 590	↑ 18%	443 093	526 878	↑ 83 785	22%	22,2%	79 757	110 644	
Сибирский федеральный округ	532 595	426 076	↓ -20%	58 585	58 813	↑ 228	11%	13,8%	18 747	18 820	
Дальневосточный федеральный округ	2 041 665	1 694 582	↓ -17%	632 916	566 087	↓ 66 829	31%	33,4%	196 204	147 183	

В отчете отображаются данные по объемам региональных рынков по итогам маркетинговых исследований за два года, предшествующих планируемому, а также данные по долям рынка для компании за те же два года и по текущей маржинальности рынков.

Таким образом, современное программное обеспечение поддержки принятия управленческих решений (CRM-платформы) позволяет реализовывать не только процессы финансового планирования и бюджетирования, но и полноценные имитационные модели микроэкономики и экономики предприятия. В ходе исследо-

вательской работы была спроектирована общая имитационная модель и разработана методика подбора ее параметров для соответствия реальному поведению рынка, а также проведены расчеты на модельных данных, приближенных к реальным. Реализация модели осуществлена на платформе IBM Cognos TM1.

Построенные авторами модели могут быть использованы как для исследования процессов принятия решений руководителями предприятий и подразделений, так и для совершенствования систем поддержки принятия решений.

### Список литературы

1. De Beule M., Van den Poel D., Van de Weghe N. An Extended Huff-Model for Robustly Benchmarking and Predicting Retail Network Performance. – Ghent, Belgium : Ghent University, 2013.
2. Gold S. C., Markulis P. M., Strang D. R. Demand Equation Redux: the Design and Functionality of the Gold/Pray Model in Computerized Business Simulations // *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*. – 2011. – Vol. 38.
3. Gold S. C., Pray T. F. Modeling Demand in Computerized Business Simulations // *Guide to Business Gaming and Experiential Learning*, 1990. – P. 117–138.
4. Goosen K. R. Is the Gold/Pray Simulation Demand Model Valid and is it Really Robust? // *Developments in Business Simulations and Experiential Learning*. – 2010. – Vol. 37. – URL: <https://journals.tdl.org/absel/index.php/absel/issue/view/37>
5. Hanssens D. M., Leeflang P. S. H., Wittink D. R. Market Response Models and Marketing Practice // *Applied Stochastic Models in Business and Industry*. – 2005. – Vol. 21. – P. 423-434. – URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asmb.584/abstract>
6. Hanssens D. M., Parsons L. J., Schultz R. L. Market Response Models: Econometric and Time Series Analysis. – Kluwer Academic Publishers, 2003.
7. Rodriguez R. R., Saiz J. J. A., Bas A. O. Quantitative Relationships between Key Performance Indicators for Supporting Decision-Making Processes // *Computers in Industry*. – 2008. – Vol. 60 (2). – P. 104–113.
8. Sukharev O. S., Kurmanov N. V. Modelling and Decision-Making Methods in Internet Marketing: Advertising Budget Efficiency and Advertising Quality // *Universal Journal of Industrial and Business Management*. – 2013. – Vol. 1 (3). – P. 71–82.

### References

1. De Beule M., Van den Poel D., Van de Weghe N. An Extended Huff-Model for Robustly Benchmarking and Predicting Retail Network Performance. Ghent, Belgium, Ghent University, 2013.
2. Gold S. C., Markulis P. M., Strang D. R. Demand Equation Redux: the Design and Functionality of the Gold/Pray Model in Computerized Business Simulations, *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 2011, Vol. 38.
3. Gold S. C., Pray T. F. Modeling Demand in Computerized Business Simulations, *Guide to Business Gaming and Experiential Learning*, 1990, pp. 117–138.
4. Goosen K. R. Is the Gold/Pray Simulation Demand Model Valid and is it Really Robust? *Developments in Business Simulations and Experiential Learning*, 2010, Vol. 37. Available at: <https://journals.tdl.org/absel/index.php/absel/issue/view/37>
5. Hanssens D. M., Leeflang P. S. H., Wittink D. R. Market Response Models and Marketing Practice, *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 2005, Vol. 21, pp. 423-434. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asmb.584/abstract>
6. Hanssens D. M., Parsons L. J., Schultz R. L. Market Response Models: Econometric and Time Series Analysis. Kluwer Academic Publishers, 2003.
7. Rodriguez R. R., Saiz J. J. A., Bas A. O. Quantitative Relationships between Key Performance Indicators for Supporting Decision-Making Processes, *Computers in Industry*, 2008, Vol. 60 (2), pp. 104–113.
8. Sukharev O. S., Kurmanov N. V. Modelling and Decision-Making Methods in Internet Marketing: Advertising Budget Efficiency and Advertising Quality, *Universal Journal of Industrial and Business Management*, 2013, Vol. 1 (3), pp. 71–82.