

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И СТЕПЕНИ РИСКА МАРКЕТИНГОВЫХ СТРАТЕГИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Э. Б. Песиков (Санкт-Петербург)

1. Введение

Анализ существующих подходов к построению аналитического инструментария маркетинга предприятия показывает, что современная теория стратегического маркетинга не располагает моделями и методами, которые носили бы комплексный характер, учитывали альтернативность и неполноту информации, присущие процессам принятия маркетинговых решений, обеспечивали оценивание эффективности и степени риска принимаемых решений [1, 2]. Известные методы количественного анализа управленческих решений не соответствуют требованиям обеспечения необходимой в практическом маркетинге точности и надежности оценок эффективности и степени риска стратегий для производственных систем. Предлагается метод оценки эффективности и степени риска стратегий с использованием статистической имитационной модели функционирования предприятия, характеризующийся возможностью учета стохастичности параметров производственной системы и внешней среды, воздействия рекламы на объемы продаж и влияния факторов конкурентной среды. Рассматриваемая имитационная модель функционирования предприятия, основанная на применении широкого спектра распределений случайных параметров, на учете действий поставщиков ресурсов и предприятий-конкурентов, а также воздействия рекламы на объемы продаж продукции с помощью модели Видаля–Вольфа, позволяет повысить эффективность формируемых на ее основе маркетинговых стратегий и точность оценок риска. Алгоритм реализации на ПК имитационной модели функционирования предприятия в конкурентной среде основан на методе статистических испытаний и эвристических процедурах принятия решений. Оценка риска стратегии сводится к вычислению вероятности попадания значений целевого (выходного) показателя в заданный интервал на основе плотности распределения вероятностей, получаемой с помощью имитационной модели производственной системы. Приводятся результаты вычислительных экспериментов по статистическому моделированию стратегий поведения издательско-полиграфического предприятия на рынке печатной продукции и оценки их риска с помощью системы имитационного моделирования «Arena».

2. Методы оценки эффективности и степени риска маркетинговых стратегий

При формировании маркетинговых стратегий предприятия в условиях неполной информации могут использоваться такие количественные методы оценки риска, как методы стохастического программирования, «дерева решений», теории игр и статистических решений, с использованием неравенства Чебышева. Перечисленные методы количественного анализа решений не соответствуют требованиям обеспечения необходимой в практическом маркетинге точности и надежности оценок эффективности и степени риска стратегий для производственных систем. Наиболее точная оценка эффективности и риска может быть получена при известном распределении вероятности случайных параметров внешней среды и производственной системы. Распределение можно получить на основании статистических данных о функционировании производственной системы и состоянии внешней среды в предыдущие временные периоды. Если предприятие не располагает такой статистикой или она недостаточна для надежной оценки параметров распределения исследуемых показателей, то целесообразно использовать метод Монте-Карло [3].

Схема использования метода Монте-Карло в количественном анализе эффективности и рисков включает в себя построение математической модели выходного показателя функционирования системы как функции входных переменных и параметров системы. Основная логика процедуры построения модели заключается в определении включаемых в модель входных и выходных переменных, установлении границ диапазона изменения риск – переменных (факторов риска), в выборе вида закона распределения, которому подчиняются случайные входные переменные, и оценке его числовых характеристик, определении взаимосвязи (функциональной и вероятностной зависимости между переменными).

Математическая модель системы имеет вид:

$$y = f(x, a),$$

где y – выходной показатель функционирования системы;

f – функция, устанавливающая связь между выходным показателем и входными переменными через параметры системы;

$x = (x_1, \dots, x_n)$ – n -мерный вектор риск – переменных (случайных величин);

$a = (a_1, \dots, a_m)$ – m -мерный вектор параметров системы (детерминированных величин).

Далее математическая модель пересчитывается при каждом новом имитационном эксперименте, в рамках которого значения случайных переменных выбираются на основе генерации псевдослучайных чисел, подчиненных заданным законам распределения вероятностей. Результаты всех имитационных экспериментов объединяются в выборку и анализируются с помощью статистических методов с целью получения распределения вероятностей выходного показателя и расчета основных показателей (измерителей) риска стратегии. Реализуемый при применении метода Монте-Карло комплексный подход к оценке риска заключается в том, что для аналитика представляется возможным анализировать различные измерители риска: распределение вероятностей, оценки математического ожидания, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации, вероятности попадания значения выходного показателя в заданный интервал.

3. Модели управления рисками

Имитационное моделирование по методу Монте-Карло может быть использовано для управления рисками стратегий, для построения оптимизационных моделей управления рисками с целью выбора минимального уровня риска при заданной эффективности стратегии или максимальной эффективности стратегии при заданном предельном уровне риска. Очевидно, что проведение любых антирисковых мероприятий сопряжено с дополнительными затратами, снижающими эффективность стратегии. Поэтому для решения задачи минимизации рисков могут быть применены также и оптимизационные модели, основанные на минимизации затрат на антирисковые мероприятия для заданного уровня риска или минимизации уровня риска при заданной предельно допустимой величине затрат на антирисковые мероприятия [9].

Оптимизационные модели имеют следующий вид:

Модель 1. Найти \min (Cost of risk – management)

при условии

$$P(G < G^*) < r,$$

где Cost of risk – management – затраты на антирисковые мероприятия,

G – некоторый показатель эффективности маркетинговой стратегии,

G^* – заданный уровень показателя эффективности маркетинговой стратегии,

$P(G \leq G^*)$ – вероятность не достижения заданного уровня целевого показателя,
 r – заданный предельно допустимый уровень риска стратегии.

Модель 2. Найти $\min P(G \leq G^*)$
при условии

Cost of risk – management $\leq C^*$,

где C^* – предельно допустимый уровень затрат на антирисковые мероприятия.

4. Предлагаемый метод оценки риска маркетинговой стратегии на основе метода статистических испытаний

В настоящее время к отечественным программным продуктам, позволяющим проводить количественную оценку риска маркетинговых стратегий с помощью метода Монте-Карло, следует отнести системы «Project Expert» [4] и «Marketing Expert» [5]. Однако в системах «Marketing Expert» и «Project Expert» реализованы методы оценки риска маркетинговых стратегий с использованием имитационных моделей с ограниченными возможностями (узкий спектр используемых видов распределений вероятностей, не учитываются действия основных конкурентов и поставщиков, не учитываются параметры рынка (эластичность спроса) и воздействие рекламы на объемы продаж). Предлагается подход к оценке риска стратегии, основанный на применении более мощной по своим возможностям имитационной модели и позволяющий получать более точные оценки риска маркетинговых стратегий за счет повышения адекватности математического описания производственной системы [6]. Разработанная имитационная модель позволяет:

- включать в рыночную структуру предприятия поставщиков материалов и комплектующих;
- учесть ценовые стратегии конкурентов;
- учесть такие параметры рынка как коэффициенты эластичности спроса по цене товара, доходу потребителей и перекрестной эластичности;
- учесть воздействие рекламы на объем продаж продукции с помощью модели Видаля – Вольфа [7];
- строить модель случайного параметра системы с помощью широкого спектра известных распределений вероятностей (нормальное, равномерное, треугольное, экспоненциальное, Вейбулла, Джонсона, бета, гамма и др.);
- учесть случайный характер любого параметра системы.

Математическое ожидание, минимальное и максимальное значения выходного показателя определялись с помощью гистограммы частот (или относительных частот) распределения, построенной на основе результатов имитационного моделирования. Вероятность не достижения заданного уровня целевого показателя вычислялась с помощью построенной кривой кумулятивной вероятности. Вероятности попадания целевого показателя (случайной величины) в заданные интервалы могут быть определены с помощью оценки относительной частоты попадания в эти интервалы значений, полученных в результате моделирования. Однако, если интервалы слишком малы, то частоты в них могут обнаруживать незакономерные колебания, что приводит к снижению точности оценок. Поэтому применялся более точный метод оценки вероятности, основанный на вычислении определенного интеграла:

$$P(\alpha < y < \beta) = F(\beta) - F(\alpha) = \int_{\alpha}^{\beta} f(y)dy, \quad (*)$$

где α, β – соответственно нижняя и верхняя границы интервала;
 $F(y)$ – функция распределения случайной величины «у»;
 $f(y)$ – функция плотности распределения случайной величины «у».

При справедливости гипотезы о нормальном распределении случайной величины «у» выражение (*) принимает вид:

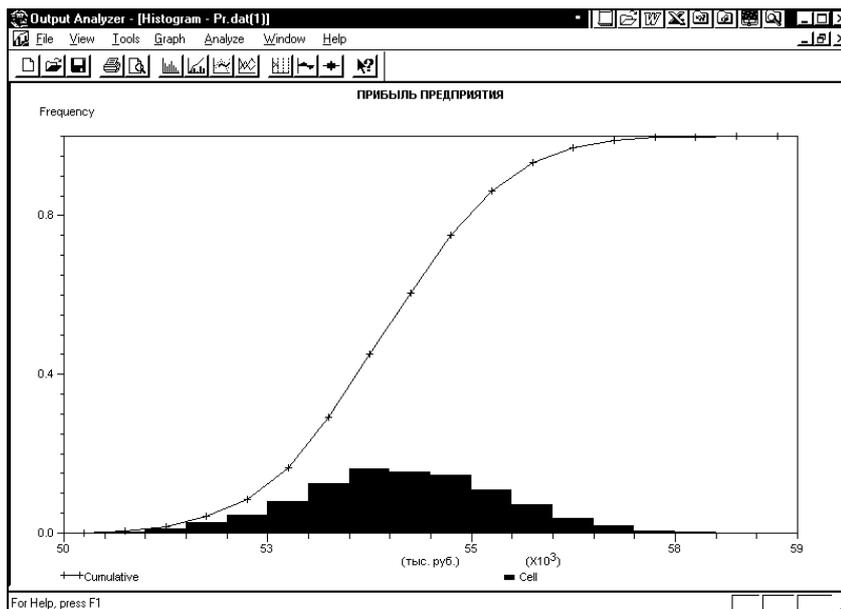
$$P(\alpha < y < \beta) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{\alpha}^{\beta} e^{-\frac{(y-m_y)^2}{2\sigma_y^2}} dy,$$

где m_y, σ_y^2 – математическое ожидание и дисперсия величины «у».

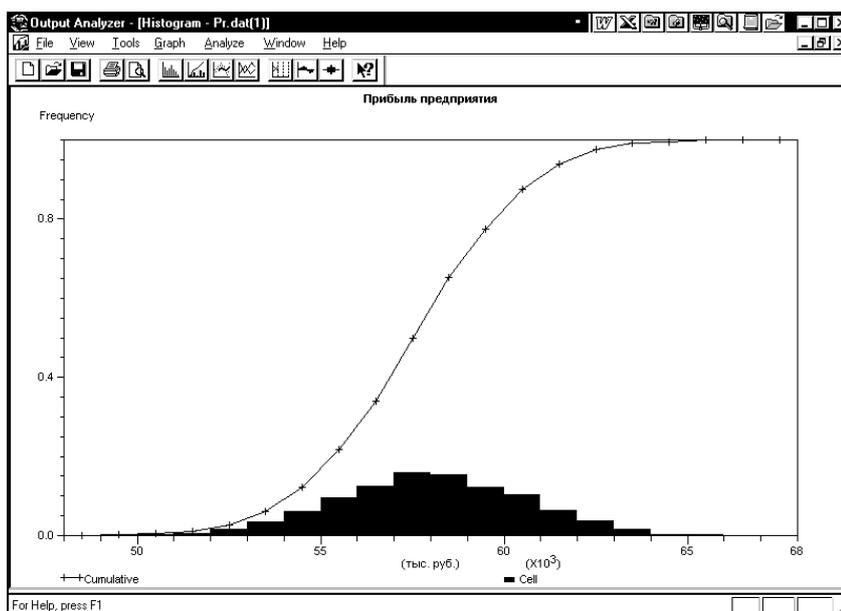
На примере издательско-полиграфического предприятия, занимающегося производством и реализацией печатной продукции, были проведены расчеты по анализу эффективности и степени риска маркетинговых стратегий с помощью программной системы «Arena 3.0» (разработки компании «Systems Modeling Corporation») [8].

В рамках контрольного примера решалась следующая задача. Задана рыночная структура предприятия (3 поставщика пяти расходных материалов, 2 территории, 2 канала сбыта для каждой территории, для каждого канала сбыта 2 целевых сегмента потребительского рынка, для каждого сегмента 6 наименований изданий, 3 конкурента на каждом сегменте). Известны виды и параметры распределений входных переменных производственной системы. Руководство предприятия определило желаемый уровень прибыли в планируемом периоде. Сформирован набор возможных вариантов маркетинговой стратегии предприятия. Требуется провести анализ риска различных вариантов маркетинговой стратегии. Для этой цели необходимо для каждого варианта стратегии оценить математическое ожидание величины прибыли предприятия; границы интервала возможных значений прибыли; вероятность попадания прибыли в заданный интервал и степень риска маркетинговых стратегий (вероятность не достижения заданного уровня прибыли).

Вычислительные эксперименты заключались в определении для любого элемента исследуемой производственной системы законов и параметров распределения вероятностей выходных показателей, а также наиболее вероятных значений показателей и границ ненулевой вероятности. Дополнительно был проведен сравнительный анализ эффективности и степени риска двух вариантов маркетинговой стратегии (без рекламы и с проведением рекламной кампании). В процессе моделирования было произведено две серии по 5000 испытаний, соответствующие двум вариантам стратегий. На рисунке представлены полученные с помощью системы «Arena» гистограммы распределения прибыли предприятия для двух вариантов маркетинговой стратегии.



Вариант 1



Вариант 2

Рис. Гистограммы и графики кумулятивной вероятности величины прибыли предприятия для двух вариантов стратегии

Оценка риска для двух вариантов стратегии дает возможность сделать вывод о предпочтительности первого варианта, позволяющего снизить степень риска в 6,2 раза.

Проведенные расчеты подтвердили корректность принятых допущений и ограничений при построении имитационной модели деятельности предприятия и показали работоспособность и пригодность для практических целей алгоритмического и программного обеспечения предлагаемой методики оценки эффективности и степени риска маркетинговых стратегий с помощью имитационного моделирования.

Литература

1. **Ламбен Ж.-Ж.** Стратегический маркетинг. Европейская перспектива. –СПб.: Наука, 1996.
2. **Клейнер Г.Б., Тамбовцев В.Л., Качалов Р.М.** Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность. – М.: Экономика, 1998.
3. **Metropolis N., Ulam S.** The Monte Carlo method//J. Amer. Statistical assoc., 1949, 44, N 247, pp. 335-341.
4. Риск-анализ инвестиционного проекта: Учебник для вузов/**Под ред. Грачевой М.В.** – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
5. **Каргышев С.В., Смирнов Б.В.** Методика анализа риска и неопределенности, а так же задачи расчета вариантов цен группы товаров из заданной прибыли в программе «Marketing Expert»//Маркетинг и маркетинговые исследования в России, 1998, №1, с. 44-52.
6. **Pesikov E., Fomichev M., Zaikin O.** Stochastic simulation modeling in strategic marketing planning of manufacturing systems//Proceedings of 3 Conference Francophone de MOdelisation et SIMulation' Conception, Analyse et Gestion des Systemes Industrielles MOSIM'01. -Troyes, France, 2001, pp.317-324.
7. **Бове К.Л., Аренс У.Ф.** Современная реклама. – Тольятти: Издательский дом «Довгань», 1995.
8. **Kelton W. D., Sadowski R., Sadowski D.** Simulation with Arena. WCB/McGraw-Hill, New York, NY, 1998.