

## ПРИМЕНЕНИЕ МАРКОВСКИХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТОВАРА<sup>1</sup>

О.Г. Ленеvская, Т.В. Пузанова

В статье рассмотрен подход к оценке и выбору направлений при формировании товарной политики на основе использования марковских случайных процессов для анализа жизненных циклов номенклатурных групп. Такой подход позволяет принимать оптимальные решения по частоте освоения и количеству новых изделий, необходимых для присутствия предприятия на рынке с необходимой для поддержания его конкурентоспособности, долей востребованных товаров.

Ключевые слова: жизненный цикл, случайный процесс, конкурентоспособность

Оценка и выбор направлений в товарной политике может быть основан на анализе жизненного цикла номенклатурной группы. Динамика воздействия рыночного спроса на производимые товары должна отслеживаться службой маркетинга на всех этапах их жизненного цикла и учитываться в системах, отвечающих за качество и количество выпускаемых изделий, их цену, внедрение инноваций и освоение новых видов продукции. В соответствии с теорией гибкости, предприятие, обладая определенной способностью к обновлению, исходящей из позитивного и стабильного финансового состояния, которое определяется в процессе анализа кредитоспособности, должно постоянно осваивать определенное количество новых изделий, чтобы присутствовать на рынке с необходимой для поддержания конкурентоспособности, долей востребованных товаров. Количество новых изделий, требуемое для освоения, зависит от существующей номенклатуры, средней продолжительности ее жизненного цикла и времени необходимого на освоение нового изделия.

Жизненный цикл товара - это случайный процесс, подверженный воздействию множества случайных факторов рынка. Одни из них пытаются продвинуть товар на рынке, другие - вытеснить его с рынка. В результате товар случайным образом движется по этапам жизненного цикла, меняя их в случайные моменты времени (рисунок 1).

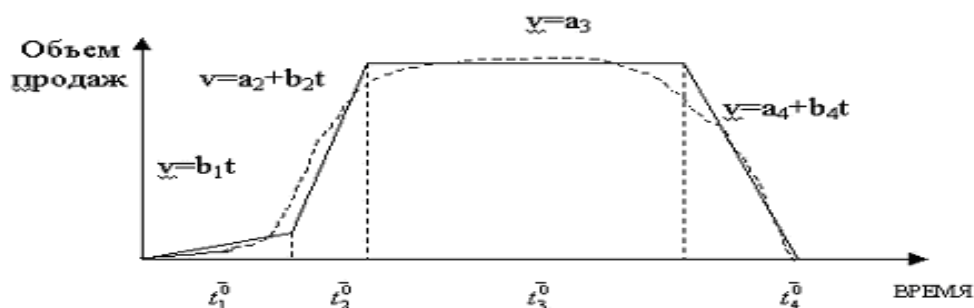


Рис. 1 - Изменение объема продаж товара на рынке с учетом времени

<sup>1</sup> Работа выполнена на кафедре «Экономическая информатика»

С помощью анализа модели жизненного цикла товара можно найти изменение неопределенности его состояния во времени при различных воздействиях рынка, которые позволят увидеть самые непредсказуемые, подверженные максимальным рискам временные интервалы жизненного цикла товара, на которые необходимо обратить повышенное внимание при принятии управленческих решений. Для этого исследуемый случайный процесс разбивается на четыре состояния и анализируется «движение» товаров по жизненному циклу. Результатом являются два важных вывода:

- состояния, в которых пребывает товар в процессе «движения» по рынку, являются дискретными и соответствуют матрице БКГ. Каждое из них характеризуется определенными параметрами относительной рыночной доли и относительной скоростью роста объема продаж. Поэтому последовательность состояний «движения» товара по рынку отвечает условию ординарности потока случайных событий, сопутствующих процессу, а вероятность его перехода из одного состояния в другое за малое время  $\Delta t$  равно  $\lambda_{ij} \Delta t$ , где  $\lambda_{ij}$  - интенсивность перехода системы из состояния  $S_i$  в состояние  $S_j$ .

- рассматриваемое «движение» товара может быть сведено к марковскому случайному процессу с дискретными состояниями и непрерывным временем. Граф состояний товара с указанными на нем плотностями вероятностей перехода из состояния в состояние (интенсивностями перехода) представлен на рисунке 2.

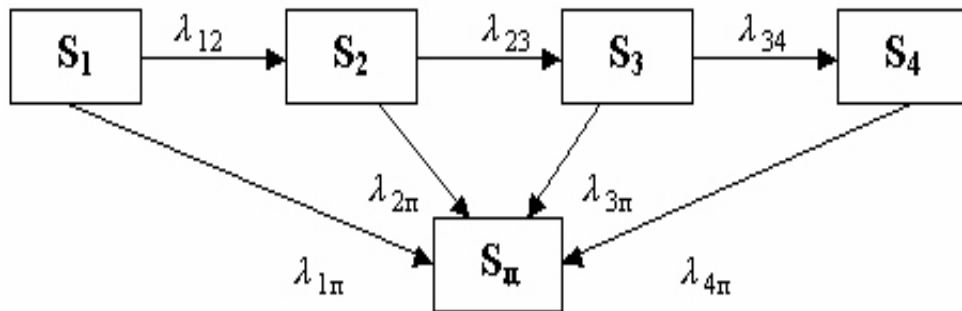


Рис. 2 - Граф состояний товара в соответствии с жизненным циклом

Процесс, описанный схемой марковского случайного процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем, характеризуется вероятностью  $P_n(t)$  и средним временем пребывания товара в каждом из его состояний. Вероятности пребывания товара в состояниях графа описываются следующей системой Колмогорова [1]

$$\left. \begin{aligned} \dot{P}_1(t) &= -\lambda_{12}^* P_1(t); \\ \dot{P}_2(t) &= \lambda_{12}^* P_1(t) - \lambda_{23}^* P_2(t); \\ \dot{P}_3(t) &= \lambda_{23}^* P_2(t) - \lambda_{34}^* P_3(t); \\ \dot{P}_4(t) &= \lambda_{34}^* P_3(t) - \lambda_{4п}^* P_4(t); \\ \dot{P}_п(t) &= \sum_{i=1}^4 P_i(t) \lambda_{iп} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

$$\lambda_{i,i+1}^* = \lambda_{i,i+1} + \lambda_{iп} \quad (2)$$

При этом в любой момент времени  $t$  справедливо нормирующее условие

$$\sum_{i=1}^5 P_i(t) = 1 \quad (3)$$

Начальные условия при  $t = 0$  запишутся в виде

$$\left. \begin{aligned} P_1(0) &= 1 \\ P_2(0) &= P_3(0) = P_4(0) = P_{II}(0) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Решение системы (1) для вероятностей  $P_{II}(t)$  с учетом условий (2) и (3).

$$P_n(t) = \sum_{j=1}^n \frac{\prod_{i=1}^{n-1} \lambda_{i,i+1}}{\prod_{i=1}^n (\lambda_{i,i+1}^* - \lambda_{j,j+1}^*)} \exp(-\lambda_{j,j+1}^*) \quad (5)$$

Средние времена пребывания товара в каждом из состояний  $S_i$  графа на рисунке 2 определяются выражением

$$\bar{t}_i = \int_0^{\infty} P_i(t) dt \quad (6)$$

Формула (5) с учетом выражений для  $P_i(t)$  конкретизируется следующим образом

$$\left. \begin{aligned} \bar{t}_1 &= \frac{1}{\lambda_{12}^*}; \\ \bar{t}_2 &= \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{12}^* \lambda_{23}^*}; \\ \bar{t}_3 &= \frac{\lambda_{12} \lambda_{23}}{\lambda_{12}^* \lambda_{23}^* \lambda_{34}^*}; \\ \bar{t}_4 &= \frac{\lambda_{12} \lambda_{23} \lambda_{34}}{\lambda_{12}^* \lambda_{23}^* \lambda_{34}^* \lambda_{4II}^*}; \\ T_{II} &= \bar{t}_1 + \bar{t}_2 + \bar{t}_3 + \bar{t}_4 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Плотность вероятности перехода товара из состояния  $S_i$  в состояние  $S_{i+1}$  представляет собой величину, обратную среднему времени его пребывания в предшествующем состоянии. Эти времена являются как бы нормативными, желаемыми для рассматриваемого товара:  $\bar{t}_1^0$ ,  $\bar{t}_2^0$ ,  $\bar{t}_3^0$ ,  $\bar{t}_4^0$  средние времена пребывания в состояниях «трудный ребенок», «звезда», «дойная корова», «знаки вопроса» соответственно.

По аналогии, каждое из плотностей вероятностей перехода  $\lambda_{III}$  графа на рисунке 2 есть величина, обратная среднему времени, необходимому «конкурентам» для вытеснения рассматриваемого товара с рынка из состояния  $S_i$  в состояние  $S_{II}$  -небытия ( $\theta_{III}$ ).

Имея изменения вероятностей пребывания товара в состояниях жизненного цикла во времени, можно найти функции изменения неопределенности системы «товар-рынок»  $H(x) = f(t)$ . В качестве меры априорной неопределенности системы в теории

информации применяется характеристика, называемая энтропией [2]. Это есть сумма произведений вероятностей различных состояний системы на логарифмы этих вероятностей, взятая с обратным знаком

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n P_i \log P_i \quad (8)$$

Согласно одному из свойств энтропии максимальной неопределенностью обладает система в момент, когда вероятности ее пребывания во всех возможных состояниях равны. Максимальная неопределенность системы «товар-рынок», будет иметь место тогда, когда вероятности ее пребывания в состояниях  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_{II}$  имеют минимальную дисперсию, т.е. когда их значения наиболее близки друг другу.

Стремление конкурентов вытеснить товар с рынка приводит к сокращению длительности его жизненного цикла. Поэтому необходимо оценить это сокращение при различных воздействиях рынка. В выше описанной модели эти воздействия задаются интенсивностями перехода системы из состояния жизненного цикла в состояние «небытия» -  $\lambda_{III}$ . Длительность жизненного цикла товара является одним из важнейших параметров способности предприятий к обновлению - составной части теории гибкости предприятия. Основная гипотеза способности к обновлению устанавливает взаимосвязь количества изделий, которое предприятию необходимо осваивать ( $N$ ), с временными характеристиками освоения новых изделий ( $\bar{T}_{оп}$ ) и жизненного цикла товара на рынке [2]

$$N = n \frac{\bar{T}_{оп}}{\bar{T}_{ц}}, \quad (9)$$

где  $n$  – номенклатура производимых предприятием изделий.

Как видно из формулы (9), при сокращении жизненного цикла товара –  $\bar{T}_{ц}$  за счет воздействия рынка должно увеличиваться количество изделий, находящихся в освоении на предприятии. Иными словами, рыночные воздействия, например конкуренты, стараются вытеснить товар с рынка, сокращая его жизненный цикл, что вынуждает предприятия осваивать дополнительное к номиналу количество изделий. Зная сокращения длительности жизненного цикла товара для различных вариантов временных параметров его этапов и воздействий рынка, можно перейти к оценке количества изделий в освоении у предприятия на текущий момент. Таким образом, если предприятие способно учесть воздействие рынка на свои товары исходя из своей экономической устойчивости, сложившейся практики принятия управленческих решений, у него есть возможность использовать методические результаты проведенного в работе исследования для своей совокупности исходных данных, предпосылок и допущений.

Полученные результаты позволяют предприятиям обоснованно выбирать модели рыночного воздействия на производимые товары и оценивать по ним сокращение длительности их жизненных циклов, прогнозируя возможный досрочный уход с рынка, и на основе этого принимать оптимальные решения по освоению новых изделий с заданными рисками. Результаты данного анализа носят рекомендательный характер, предприятие не обязано строго следовать его показаниям, однако необходимо учитывать, что рыночное воздействие всегда ведет к сокращению жизненного цикла, поэтому необходимо корректировать запланированные сроки пребывания товаров на рынке.

Литература

1. Самочкин В.Н. Гибкое развитие предприятия. Анализ и планирование. – М.: Дело, 1998.-336с.
2. Барахов В.И. Исследование жизненного цикла товара // Маркетинг в России и за рубежом. – 2002.- №3(29).

**Леневская Ольга Геннадьевна**

Студентка экономического факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375297442412

**Пузанова Татьяна Владимировна**

Доцент кафедры экономической информатики, к-т техн. наук  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375(222)28-24-54