

УДК 519.86

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Юдина Н.Ю., Назаров Б.Т., Монир нурус Сафа ал
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический
университет им. Г.Ф. Морозова»

E-mail: unu@list.ru

Аннотация: В настоящее время главным инструментом электронной коммерции является интернет-магазин. IT-технологии стали инструментом для интеграции различных отраслей в единое сообщество, которое обеспечивает эффективное взаимодействие партнеров. Принятие оптимального решения зависит от информации, которая позволит выявить все аспекты развития экономической системы, участвующей в процессах производства и реализации товаров и услуг. В работе представлена математическая модель взаимодействия предприятий электронной коммерции, обеспечивающая возможность уже на стадии развития системы принять правильное управленческое решение для работы в условиях конкуренции нескольких систем.

Ключевые слова: система, потенциал системы, взаимодействие, развитие, конкуренция.

MATHEMATICAL MODEL OF ECONOMIC SYSTEMS INTERACTION

Yudina N.Yu., Nazarov B.T., Monir nurus Safa al
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State
University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov»

E-mail: unu@list.ru

Summary: Currently, the main e-commerce tool is an online store. IT technologies have become a tool for integrating various industries into a single community, which ensures effective interaction between partners. The adoption of an optimal solution depends on the information that will reveal all aspects of the development of the economic system involved in the production and sale of goods and services. The paper presents a mathematical model of interaction between e-commerce enterprises, which provides the opportunity, already at the stage of system development, to make the right

managerial decision for working in a competitive environment of several systems.

Keywords: system, system potential, interaction, development. competition.

Стремительное развитие IT-технологий обеспечило повсеместное распространение и возможность обеспечить наиболее широкий ассортимент товаров и услуг. IT-технологии стали инструментом для интеграции различных отраслей в единое сообщество, которое обеспечивает эффективное взаимодействие партнеров.

Принятие оптимального решения зависит от информации, которая позволит выявить все аспекты развития экономической системы, участвующей в процессах производства и реализации товаров и услуг. В работе рассматривается модель взаимодействия экономических систем, которые конкурируют между собой.

Пусть $x(t)$ – есть потенциал некоторой системы A_2 . Рост потенциала этой системы можно описать выражением

$$x(t) = x(0)e^{\alpha t}, \quad (1)$$

где $x(0)$ – потенциал системы A_2 в момент времени t_0 , когда данная система вышла на рынок; α – скорость изменения потенциала изучаемой системы, равная $\alpha = \mu_2 - c_2$, где μ_2 – удельная скорость в период развития, c_2 – удельная скорость в период стагнации работы роста системы A_2 .

Для системы A_1 рост потенциала запишем аналогично

$$y(t) = y(0)e^{\beta t}, \quad (2)$$

где $y(0)$ – начальный потенциал системы A_1 . Момент времени t_0 – это время выхода на рынок системы A_2 . $\beta = \mu_1 - c_1$, где μ_1 – удельная скорость роста потенциала в процессе развития, а c_1 – удельная скорость стагнации системы A_1 .

Каждая из рассматриваемых систем обладает способностью к поддержке своего развития, благодаря чему на рынке поддерживается равновесие. Взаимодействие систем после образования достаточно слабое, потенциал низкий, тем не менее, их развитие, а, следовательно, и рост потенциала можно описать экспоненциальной зависимостью. Замедление роста потенциала наступает в момент, когда он значительно увеличивается.

В процессе развития и функционирования обеих систем наступает момент, когда они начинают конкурировать между собой, т.е. одна система имеет возможность подавлять развитие второй.

Пусть блокировка развития первой системы наступает в момент, когда вторая достигает критического момента развития бесконфликтного взаимодействия со второй системой. Это происходит, когда увеличивается процент занятого первой системой объема рынка. Это можно интерпретировать как момент ухудшение взаимодействия двух систем. Определить точно момент не представляется возможным по причине отсутствия достоверной информации.

Пусть взаимодействие систем резко ухудшается в некоторый момент времени $t_{порог}$. А потенциал, который достигается второй системой к этому моменту времени, назовем критическим и обозначим как $x_{кр}$. Первая система при этом остается заторможенной, т.е. $x(t) \geq x_{кр}$. Допустим, что первая система продолжает развиваться и повышает качество своего функционирования, тогда после некоторого воздействия первой системы на вторую $x(t)$ становится меньше $x_{кр}$. Данный процесс занимает некоторое время, иногда длительное.

Пороговый принцип описывает взаимодействие двух систем, используя только один параметр $x_{кр}$. Любое более сложное описание взаимодействия рассматриваемых систем приводит к увеличению числа параметров, а отсутствие качественной и достоверной информации достаточно сильно снижает ценность модели.

Пусть имеем две конкурирующие системы. Рассмотрим их взаимодействие на рынке. Потенциал первой системы в некоторый момент времени $t_0 + t_{порог}$ равен y_{const} , а в момент времени $t_0 + t_{порог} + t_{разв} + \tau$ потенциал этой системы равен $y(\tau)$, где $t_{разв}$ – интервал времени развития конкурирующей системы. Время $T_{норм} = t_0 + t_{порог} + t_{разв}$ в течении которого нет влияний со стороны на изменение показателей, оказывающих влияние на качественное развитие.

Тогда потенциал $y(\tau)$ первой системы не изменяется и равен y_{const} на протяжении времени развития $t_{разв}$. Когда $\tau > 0$ потенциал первой системы начнет убывать, в связи с тем, что на нее начнет оказывать влияние развитие второй системы и рост ее потенциала.

Потенциал первой системы $y_6(\tau)$ за интервал времени τ определим по

формуле $y'(\tau) = \beta y(\tau) = \beta(y_{const} - y_e(\tau))$, где β описывает скорость уменьшения воздействия первой системы на свое положение на рынке.

Решая уравнение при выполнении условий $\tau = 0$, $y_e(0) = 0$, имеем $y_e(\tau) = y_{const}(1 - e^{-\beta\tau})$, $y(\tau) = y_{const} - y_e(\tau) = y_{const}e^{-\beta\tau}$.

График зависимости $y(\tau)$ представлен ниже на рисунке 1.

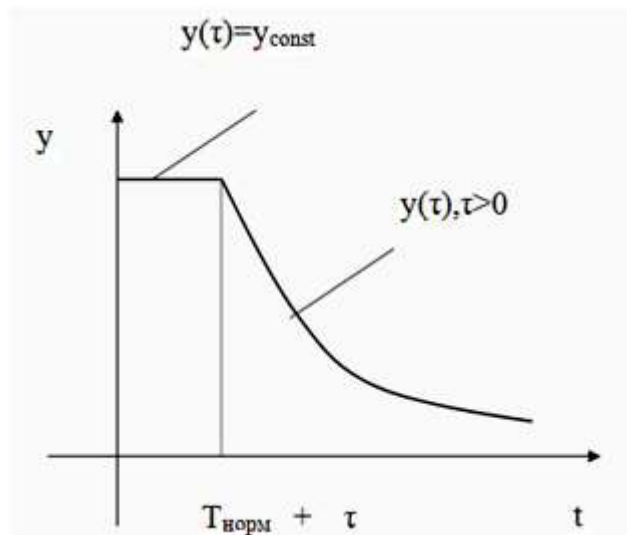


Рисунок 1 – Эволюция потенциала в условиях развития конкуренции (система 1)

Далее рассмотрим взаимодействие между двумя системами, когда конкурентная борьба находится в далеко зашедшей стадии, и экспоненциальный рост потенциала систем замедляется.

Время замедления обозначим $T_{замедл} = T_{норм} + \tau_{замедл}$. Предположим, что на этом интервале взаимодействия скорость роста потенциала одной системы $x'(T_{замедл})$ приблизительно равна увеличению скорости роста потенциала другой системы $y'(T_{замедл} - T_{норм})$. Отсюда

$$1 = \frac{y'(T_{замедл} - T_{норм})}{x'(T_{замедл})} = \frac{y_{const}\beta e^{-\beta(T_{замедл} - T_{норм})}}{x(0)\alpha e^{\alpha T_{замедл}}}. \quad (3)$$

В результате решения данного уравнения получим соотношение потенциалов $y(\tau)$ и $x(\tau)$ в момент $T_{замедл}$.

$$x(T_{замедл}) = x(0)e^{\alpha T_{замедл}} = \frac{\beta}{\alpha} y_{const} e^{-\beta T_{замедл}} = \frac{\beta}{\alpha} y(\tau_{замедл}),$$

$$y'(\tau_{\text{замедл}})/x'(T_{\text{замедл}}) = \alpha/\beta. \quad (4)$$

Вышесказанное описывает взаимодействие систем от момента появления обеих систем t_0 на рынке до момента времени $t_0 + T$, когда отсутствует конкуренция. Пусть $t_0 = 0$, а интервал времени $[0, T]$ – это интервал, когда осуществляется влияние совместной работы.

Разобьем интервал времени $[0, T]$ на 4 этапа, соответствующих состояниям, которыми обладают обе системы в процессе конкурентной борьбы.

Этап 1. Развитие второй системы, когда нет конкуренции, соответствует интервалу времени $0, t_{\text{порог}}$, т.е. до момента, когда вторая система достигнет потенциала $x_{\text{кр}}$. В это период времени потенциалы первой и второй систем определяем, как $y(t) = y(0)e^{\beta t}$ и $x(t) = x(0)e^{\alpha t}$, соответственно.

Следовательно, процент присутствия на рынке второй системы можно записать

$$P(t) = \frac{x(0)e^{\alpha t}}{x(0)e^{\alpha t} + y(0)e^{\beta t}}, \quad 0 \leq t \leq t_{\text{порог}}. \quad (5)$$

Этап 2. На этом этапе начинается воздействие второй системы на первую. Этап начинается в момент времени $t_{\text{порог}}$ и протекает во время развития $t_{\text{разв}}$ второй системы до момента времени $T_{\text{норм}} = t_{\text{порог}} + t_{\text{разв}}$. За это время потенциал первой системы увеличивается в течении всего времени развития $t_{\text{разв}}$. Процент, занимаемого объема на рынке, в период развития A_1 определяется по формуле 5. Время лежит в интервале $t_{\text{порог}} \leq t \leq T_{\text{норм}}$.

Этап 3. Это этап, на котором ведется ярко выраженная конкуренция. Качество взаимодействия определяется потенциалом первой системы. На этом этапе мы видим экспоненциальное убывание. Длительность этапа равна $T_{\text{норм}} - T_{\text{замедл}}$. В момент времени $T_{\text{замедл}}$ происходит выравнивание роста потенциалов обеих систем A_2 и A_1 . Процент объема, занимаемого на рынке, рассчитывается по формуле:

$$P(t) = \frac{x(0)e^{\alpha t}}{x(0)e^{\alpha t} + y(T_{\text{норм}})e^{-\beta(t-T_{\text{норм}})}}, T_{\text{норм}} \leq t \leq T_{\text{замедл}}. \quad (6)$$

По сравнению с первым и вторым этапами значение величины $P(t)$ значительно увеличивается, так как при $\tau > 0$ значение $y(t) = y(\tau)e^{-\beta\tau}$ убывает экспоненциально.

Этап 4. На данном этапе происходит потеря устойчивого взаимодействия систем. Длительность временного интервала времени составляет $T - T_{\text{замедл}}$. T – момент времени, когда вторая система теряет устойчивое взаимодействие с первой системой. Объемы рынка, который занимает вторая система, определяется в процентах по формуле 7.

$$\begin{aligned} P(t) &= \frac{x(t)}{x(t) + y(t - T_{\text{норм}})} = \\ &= \frac{x(T_{\text{замедл}}) + y(T_{\text{замедл}} - T_{\text{норм}})(1 - e^{-\beta(t - T_{\text{замедл}})})}{x(t) + y(T_{\text{замедл}} - T_{\text{норм}})e^{-\beta(t - T_{\text{замедл}})}} = \\ &= 1 - \frac{y(\tau_{\text{замедл}})(e^{-\beta(t - T_{\text{замедл}})})}{x(T_{\text{замедл}}) + y(\tau_{\text{замедл}})} = 1 - \frac{\alpha}{\alpha + \beta} e^{-\beta(t - T_{\text{замедл}})} \end{aligned} \quad (7)$$

$$P(t) = 1 - \alpha e^{-\beta(t - T_{\text{замедл}})} / (\alpha + \beta). \quad (8)$$

Значения, получаемые в результате расчета процента объема рынка, занимаемого системами, позволяют построить график зависимости $P(t)$ и с его помощью определить характерные точки через основные параметры (рис. 2).

На первых двух этапах, т.е. от 0 до $T_{\text{норм}}$, для расчета процента доли объема рынка, занимаемого системой используется зависимость (5). Если отношение $x(0)/y(t)$ мало, что вполне естественно, кривая $P(t) \approx x(0)e^{\alpha t} / y(t)$, идет более полого, чем $x(0)e^{\alpha t} / y(t)$.

При $T_{\text{норм}}$ величина $P(t)$ достигает значения, определяемого по формуле $P(t) = x(0)e^{\alpha T_{\text{норм}}} / y(T_{\text{норм}})$. Рост потенциала системы ускоряется. В точке $T_{\text{замедл}}$ рост потенциала продолжает медленно расти. Рост потенциала замедляется без точек перегиба. Кривая на данном отрезке излома не имеет, так как производные функций, описываемые уравнениями 7 и 8, равны.

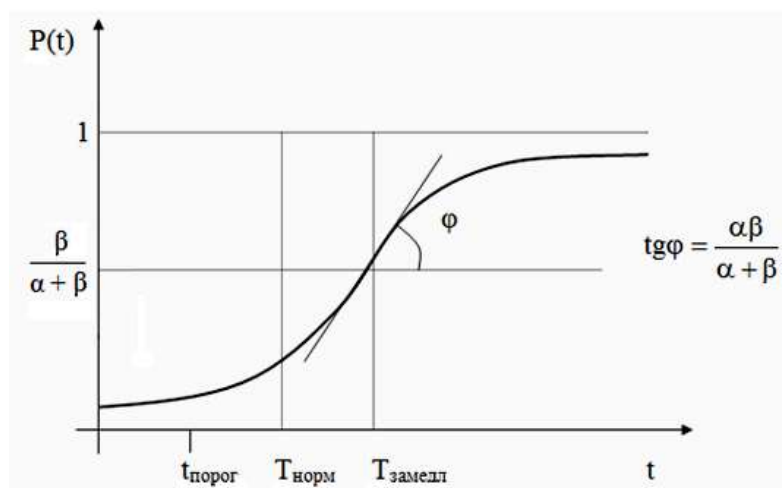


Рисунок 2 – Эволюция потенциала системы A_2 в процессе конкуренции

Таким образом, представленная математическая модель взаимодействия предприятий электронной коммерции обеспечивает возможность уже на стадии развития системы принять правильное управленческое решение для работы в условиях конкуренции нескольких систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Грачева, С. С. Оценка экономической эффективности рекламной стратегии компании. Тезисы [Текст] / С. С. Грачева, С. В. Късовска // Сборник материалов международной научно-технической конференции «Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий». – Прага, 2012.

2 Романов, А. А. Комплексная экономико-математическая модель управления торговыми процессами предприятий электронной коммерции [Текст] / А. А. Романов // Научный форум: Экономика и менеджмент : сб. ст. по материалам XXV междунар. науч.-практ. конф. – № 2(25). – М. : Изд. «МЦНО», 2019. – С. 5-10.

3 Goldratt, E. M. The Goal. Excellence in Manufacturing [Text] / E. M. Goldratt, J. Cox. – Croton-on-Hudson, New York: North River Press, Inc., 1984. – 262 p.

4 Goldratt, E. M. The Haystack Syndrome: Sifting Information Out of the Data Ocean [Text] / E. M. Goldratt. – Croton-on-Hudson, New York: North River Press, 2006. – 262 p.

5 Хот, Ф. Т. Анализ поведения затрат в управленческом учете [Текст] / Ф. Т. Хот, А. С. Климентенко // Экономический анализ: теория и практика. – 2007. – № 3. – С. 39 – 47.