УДК 330.47
DOI: 10.15827/0236-235X.119.474-477

Дата подачи статьи: 27.03.17
2017. Т. 30. № 3. С. 474–477

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЦЕНЫ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА ПРИ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ НА НЕСКОЛЬКИХ РЫНКАХ

*С.А. Амелкин, к.т.н., руководитель центра, sergey.a.amelkin@gmail.com
(Исследовательский центр системного анализа Института программных систем
им. А.К. Айламазяна РАН, ул. Петра I, 4а, г. Переславль-Залесский, 152021, Россия);*

*О.С. Иванова, инженер, olety@yandex.ru
(Исследовательский центр медицинской информатики Института программных систем
им. А.К. Айламазяна РАН, ул. Петра I, 4а, г. Переславль-Залесский, 152021, Россия)*

В последнее время наряду с материальными ресурсами все большее значение приобретают информационные, нематериальные ресурсы. Они имеют ряд особенностей, которые следует учитывать при решении задач оптимального управления бизнес-процессами. Одна из наиболее ключевых проблем информационного рынка – определение стоимости информации. Однако здесь возникает ряд трудностей из-за специфики товара.

В данной статье под информационным товаром будем понимать некий программный продукт. Продажа информационных ресурсов характеризуется тем, что его тиражирование может быть осуществлено без существенных дополнительных затрат. Это приводит к увеличению объема ресурса в ходе процессов его распространения. При этом установление цены является одним из ключевых моментов, определяющих дальнейшее распространение и продвижение товара, которое должно учитывать множество факторов, в том числе и способ его распространения.

В работе рассмотрена задача определения ценовой политики фирмы, реализующей на рынке информационный ресурс. Решена задача определения оптимальной зависимости цены информационного ресурса от времени для случая, когда фирма-продавец не имеет конкурентов на рынке, рынок насыщается, а покупатели лишены возможности дальнейшего распространения ресурса. Получены условия оптимального выбора цены информационного ресурса, а для линейной функции спроса рассчитан максимально возможный доход фирмы, а также получены условия, определяющие продолжительность и объем продаж, обеспечивающих максимум среднего дохода фирмы.

При известной функции спроса, которую можно найти аппроксимацией данных эксперимента, полученные условия позволяют выбрать оптимальное изменение цены продаж в функции, определяющей число проданных экземпляров информационного ресурса.

Ключевые слова: информационный ресурс, оптимальная цена, функция спроса, интенсивность продаж, необходимые условия оптимальности.

Информацию в экономике рассматривают как товар (информационный продукт, услуга), а также как ресурс, используемый в процессе хозяйственной деятельности. К информационным товарам и услугам относятся ПО, БД, образовательные услуги, консультирование, результаты НИОКР и прочие [1, 2]. Информацию стали воспринимать как новый экономический ресурс, как новое экономическое благо, что привело к появлению нового вида рынка – информационного.

Информационный рынок – это система экономических, правовых и организационных отношений по торговле товарами, созданными информационной индустрией. Как всякий рынок, он характеризуется определенной номенклатурой продуктов и услуг, ценами, спросом и предложением, поставщиками и потребителями [3]. Информационные продукты и услуги обмениваются на информационном рынке и имеют большое количество особенностей как на стадиях разработки и производства, так и на этапе обращения.

В данной статье под информационным товаром будем понимать некий программный продукт – комплекс взаимосвязанных программ для решения определенной проблемы (задачи) массового спроса, подготовленный к реализации как любой вид промышленной продукции [4].

Одна из наиболее ключевых проблем информационного рынка – определение стоимости информации. Однако здесь возникает ряд трудностей из-за специфики товара. Сложность формирования цен на программный продукт объясняется следующими его особенностями:

- конечная стоимость информации зависит от ее полезности для отдельного потребителя;
- минимальные материальные затраты существенно снижают стоимость тиражирования информации, что дает возможность наращивать объемы продукции без существенных расходов ресурсов и времени; к тому же характер потребления информации неразрушающий, благодаря чему она многократно может быть использована производителем;
- информационные продукты со временем теряют свою первичную потребительскую стоимость;
- производители несут риски возможности разглашения содержания или несанкционированного копирования и распространения информационных продуктов, которые еще не прошли процедуру правовой защиты;
- при реализации продукции на различных рынках производители не имеют возможности на каждом из этих рынков назначать свою цену (от-

существование ценовой диверсификации), что связано с небольшим количеством, а все чаще с полным отсутствием посредников при продажах информационных ресурсов (например, при продажах через веб-сайт производителя) [5, 6].

Кроме того, продвижение программы не может быть эффективным, если нет четкого представления о сегменте рынка, на который нацелен продукт. Поэтому после создания программного продукта необходимо определиться с сегментом рынка, на который будет поставляться продукт, с видом продажи и, конечно, с ценой. Разработчики или перепродавцы, как правило, устанавливают на продукт не какую-то одну цену, а создают целую систему ценообразования, которая отражает отличия в спросе на разных сегментах рынка, в гарантиях, договорах на сопровождение и проч. Какой бы хороший функционал ни имела программа, если цена на нее неоправданна, если она не удовлетворяет покупателя или занимает неправильное место на рынке, продаваться она не будет [7, 8].

Таким образом, продавец должен определить такую цену на программный продукт, которая обеспечит ему наибольший средний доход с учетом различия спроса на различных рынках, где реализуется этот продукт.

Постановка задачи

Рассмотрим ситуацию, когда продавец (фирма) является единственным владельцем информационного ресурса. Имеется v рынков с заданным числом потенциальных покупателей n_{0i} , где $i = 1, \dots, v$. Обозначим через m суммарную интенсивность продаж. Эта величина зависит от цены товара p . Цена товара одинакова на всех рынках. Будем называть зависимость $m(p)$ функцией спроса. Издержки будем считать равными нулю.

Изначально цена p назначается продавцом, а спрос на товар q_i , где $i = 1, \dots, v$, зависит от рынка, что может быть описано параметрами рынка a_i (например, эластичность спроса на i -м рынке).

Продавец, управляя ценой, стремится максимизировать свой доход. Отсюда вытекает задача выбора оптимальной цены продажи информационных ресурсов с учетом способа ее распространения.

Формализация задачи

Функцию спроса m , которую предполагаем известной, обозначим как $m(p, n)$, где $n = \sum_{i=1}^v n_i$, а n_i – проданное число товара на каждом из рынков. Эта функция положительна для всех $p < p_0$ и равна нулю при достижении максимальной цены p_0 :

$$m(p) = \sum_{i=1}^v q_i(p, a_i(n_i)), \quad m \geq 0, \quad \frac{\partial q_i}{\partial p} < 0.$$

Постановка задачи: продать за заданное время τ N экземпляров продукта так, чтобы получить максимальный доход Π :

$$\Pi = \int_0^{\tau} p(t) q_i(p, a_i(n_i)) dt \rightarrow \max_p. \quad (1)$$

Число проданных программ изменяется в соответствии с уравнением

$$\frac{dn}{dt} = m(p, n) = \sum_i q_i(p, a_i(n_i)), \quad (2)$$

$$n(0) = 0, \quad n(\tau) = N, \quad 0 \leq t \leq \tau.$$

Решение задачи

С учетом того, что насыщение рынка происходит монотонно, $\frac{dn}{dt} > 0$, можно путем замены переменных перейти от задачи с условием в виде дифференциального уравнения к изопериметрической задаче, которую будем решать традиционным методом Лагранжа [9]. Проведем замену переменной:

$$dt = \frac{dn}{\sum_i q_i(p, a_i(n_i))}, \quad t(0) = 0, \quad t(N) = \tau.$$

При этом задача (1), (2) примет вид

$$\Pi = \int_0^N p(n) dn \rightarrow \max_p \quad (1a)$$

при условии

$$\int_0^N \frac{dn}{\sum_i q_i(p(n), a_i(n_i))} = \tau. \quad (3)$$

Решим задачу (1a), (3) с интегральным критерием оптимальности и интегральным ограничением методом Лагранжа. Подынтегральное выражение функционала Лагранжа для невырожденного решения (λ не равно нулю) имеет вид

$$L = p(n) - \frac{\lambda}{\sum_i q_i} \rightarrow \max_p \min_{\lambda}. \quad (4)$$

Выражение (4) представляет собой текущий доход с учетом ограничений по времени.

Необходимые условия оптимальности при отсутствии ограничений на p и непрерывной и непрерывно дифференцируемой по p функции спроса приводят к требованию стационарности функции L :

$$\frac{\partial L}{\partial p} = 0 \rightarrow 1 + \frac{\lambda}{(\sum_i q_i)^2} \sum_i \frac{\partial q_i}{\partial p} = 0. \quad (5)$$

Отсюда получим условия оптимального выбора цены продажи в зависимости от числа n проданных экземпляров продукта:

$$\frac{(\sum_i q_i)^2}{\sum_i \frac{\partial q_i}{\partial p}} = \lambda = \text{const} = \sum_i q_i \Rightarrow \sqrt{-\sum_i \frac{\partial q_i}{\partial p} \lambda}. \quad (6)$$

Это равенство совместно с условием (3) определяет λ^* и $p^*(n)$.

Максимальная прибыль зависит от объема N ресурса, намеченного к продаже, от продолжительности продаж τ и вида функции $m(p, n)$.

Покажем характер этой зависимости на примере.

Пример

Рассмотрим задачу оптимальной продажи информационного ресурса (ПО), задав функцию спроса в форме

$$m(p, n) = \sum_i q_i = \sum_i \alpha_i (p_{0i} - p)(n_{0i} - n), \quad (7)$$

где α – постоянная; p_0 – максимальная цена, при которой спрос отсутствует; n_0 – общее число потенциальных покупателей.

Экономический смысл (7) заключается в следующем:

- при любом n функция спроса линейна;
- чем больше n , тем меньше потенциальных покупателей;

- $\alpha(p_0 - p)$ – кривая индивидуального спроса.

1. С учетом того, что для функции спроса (7)

$$\sum \frac{\partial q_i}{\partial p} = - \sum_i \alpha_i (n_{0i} - n), \quad (8)$$

условие оптимальности (6) примет вид

$$\sum_i \alpha_i (p_{0i} - p)(n_{0i} - n) = \sqrt{\sum_i \alpha_i \lambda (n_{0i} - n)}. \quad (9)$$

Отсюда оптимальная ценовая политика производителя ПО равна

$$p^*(n) = \frac{\sum_i \alpha_i p_{0i} (n_{0i} - n) - \sqrt{\sum_i \alpha_i \lambda (n_{0i} - n)}}{\sqrt{\alpha_i (n_{0i} - n)}}. \quad (10)$$

Прибыль от продажи равна

$$\int_0^N \frac{dn}{\sqrt{\sum_i \alpha_i \lambda (n_{0i} - n)}} = \tau \rightarrow \frac{-2 \sqrt{\sum_i \alpha_i n_{0i} - \sum_i \alpha_i n}}{\sum_i \alpha_i} = \tau.$$

Для удобства представления результатов введем безразмерные величины:

- безразмерная цена $\hat{p}^* = \frac{p^*}{p_0}$;
- безразмерное количество проданного ПО $\hat{n} = \frac{n}{n_0}$.

Оптимальные траектории безразмерной цены в зависимости от интенсивности продаж показаны на рисунке.

Выводы

Продажа информационных ресурсов характеризуется тем, что тиражирование такого ресурса может быть осуществлено без существенных до-

Зависимость оптимальной цены от величины продаж

The dependence of an optimal price on an amount of sales

полнительных затрат. Это приводит к увеличению объема ресурса в ходе процессов его распространения. При этом установление цены является одним из ключевых моментов, определяющих дальнейшее распространение и продвижение товара, которое должно учитывать множество факторов, в том числе и способ распространения товара. В данной работе для максимизации дохода учитывается продажа через разных посредников. Оптимальным правилом определения цены при функции спроса, заданной выражением (7), является следующее: надо так назначать и корректировать цену на информационный ресурс, чтобы обеспечить в течение всего времени продаж линейно возрастающую интенсивность продаж. При известной функции спроса, которую можно найти аппроксимацией данных эксперимента, полученные условия позволяют выбрать оптимальное изменение цены продаж в функции, определяющей число проданных экземпляров информационного ресурса.

Литература

1. Климов С.М. Интеллектуальные ресурсы общества. СПб: Изд-во ИВЭСЭП, Знание, 2002. 56 с.
2. Шуть О.Н. Информация как экономический ресурс. URL: <http://www.cfin.ru/bandurin/article/sbrn02/08.shtml> (дата обращения: 12.03.2017).
3. Ясенов В.Н. Информационные системы и технологии в экономике. М.: Юнити-Дана, 2008. 560 с.
4. Сафиуллин Л.Н., Улесов Д.В. Предпринимательская деятельность на рынке услуг: сущность и особенности развития в экономике знаний. Казань: Центр инновационных технологий, 2010. 201 с.
5. Соловьев В.И. Стратегия и тактика конкуренции на рынке программ: опыт экономико-математического моделирования: монография. М.: Вега Инфо, 2010. 200 с.
6. Прошлякина А.Н. Особенности ценообразования на информационные продукты и услуги, бизнес // Вестн. Волгоградского ин-та бизнеса. 2014. № 2. С. 80–85.
7. Данилова У.В. Ценообразование на рынке програм-

мных продуктов: автореф. дисс. ... канд. экон. наук. Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 2003. 25 с.

8. Mehrmann J. Seven steps to success: marketing, promotion and selling software. Business Know-How. URL: <https://www.businessknowhow.com/marketing/salessteps.htm> (дата обращения: 26.03.2017).

businessknowhow.com/marketing/salessteps.htm (дата обращения: 26.03.2017).

9. Кремер Н.Ш. Высшая математика для экономики. М.: Юнити-Дана, 2007. 128 с.

Software & Systems

DOI: 10.15827/0236-235X.119.474-477

Received 27.03.17

2017, vol. 30, no. 3, pp. 474–477

CALCULATION OF THE OPTIMAL DEPENDENCY OF INFORMATION RESOURCE PRICE DURING ITS MARKETING AT SEVERAL MARKETS

S.A. Amelkin¹, Ph.D. (Engineering), Head of the Center, sergey.a.amelkin@gmail.com

O.S. Ivanova², Engineer, olety@yandex.ru

¹ System Analysis Research Center, Program System Institute of RAS, Petr I Ave. 4a, Pereslavl-Zalesskiy, 152021, Russian Federation

² Medical Informatics Research Center, Program System Institute of RAS, Petr I Ave. 4a, Pereslavl-Zalesskiy, 152021, Russian Federation

Abstract. The paper considers the problem of determining the pricing policy of the company that implements a market information resource. One of the key challenges of the information market – information cost determination. However, this raises a number of difficulties due to the nature of the goods.

The paper considers the information goods as a certain software product. The sale of information resources is characterized by the fact that replication of this resource can be without any significant additional costs. This leads to increasing in resource volume during its dissemination. At the same time, price setting is one of the key factors determining further distribution and promotion of goods, which takes into account a variety of factors including the way it is distributed.

The paper solves the problem of determining the optimal dependence of the information resource price on time for the case when the retailer has no competitors on the market, the market is saturated, and buyers do not have the possibility of further dissemination of the resource. The authors obtain the conditions for optimal selection of the information resource price, calculate the maximum possible income of the company for a linear demand function, and describe the conditions governing the duration and volume of sales ensuring a high average company income.

When the function of demand is known (it can be found using an approximation of the experimental data), the obtained conditions allow selecting the optimal change in sell prices as a function of the number of sold copies of the information resource.

Keywords: information resource, optimal price, demand function, the intensity of sales, necessary optimality conditions.

References

1. Klimov S.M. *Intellectualnye resursy obshchestva* [Intellectual Resources of Society]. St. Petersburg, Znanie Publ., 2006, 56 p.
2. Shut O.N. *Informatsiya kak ekonomichesky resurs* [Information as an Economic Resource]. Available at: <http://www.cfin.ru/bandurin/article/sbrn02/08.shtml> (accessed March 12, 2017).
3. Yasenev V.N. *Informatsionnye sistemy i tekhnologii v ekonomike* [Information Systems and Technologies in Economy], Moscow, Yuniti-Dana Publ., 2008, 560 p.
4. Safiullin L.N., Ulesov D.V. *Predprinimatelskaya deyatel'nost' na rynke uslug: sushchnost' i osobennosti razvitiya v ekonomike znaniy* [Entrepreneurial Activity in the Services Market: the Nature and Development Features in Knowledge Economy]. Monograph. Kazan, 2010, 201 p.
5. Solovov V.I. *Strategiya i taktika konkurentsii na rynke programm: opyt ekonomiko-matematicheskogo modelirovaniya* [Competition Strategy and Tactics in the Software Market: Economic and Mathematical Modeling Experience]. Monograph. Moscow, Vega Info, 2010, 200 p.
6. Proshchalykina A.N. Pricing features of information products and services, business. *Vestnik Volgogradskogo instituta biznesa* [The Bulletin of the Volgograd Business Institute]. 2014, no. 2 (27), pp. 80–85 (in Russ.).
7. Danilova U.V. *Tsenoobrazovanie na rynke programmykh produktov* [Pricing in the Software Products Market]. PhD Thesis, Vladivostok, IACP FEB RAS Publ., 2003.
8. *Seven Steps to Success: Marketing, Promotion and Selling Software Online*. Chado Software, Inc. Available at: <https://www.businessknowhow.com/marketing/salessteps.htm> (accessed March 26, 2017)
9. Kremer N.Sh. *Vysshaya matematika dlya ekonomiki* [Higher Mathematics for Economics]. Moscow, Yuniti-Dana, 2007, 128 p.