

6. Alaska population overview (overview of 2013) / Alaska department of labor and workforce development [Electronic resource]. URL: <http://labor.alaska.gov/research/pop/estimates/pub/popover.pdf> (date of viewing: 21.06.2015).

7. Alaska Life Expectancy (live longer live better) [Electronic resource]. URL: <http://www.worldlifeexpectancy.com/usa/alaska-hypertension-renal> (date of viewing: 23.06.2015).

8. Gimbatov Sh. M. Features of the socio-demographic situation in the North Caucasus // Business. Education. Law. Bulletin of the Volgograd Business Institute. 2013. № 4 (25). P. 224—226 [Electronic resource]. URL: <http://vestnik.volbi.ru/upload/numbers/425/article-425-752.pdf> (date of viewing: 06.30.2015).

9. Kovalenko N. V., Lobyzenkova V. A. Labor forces migration and its impact on the labor market // Business. Education. Law. Bulletin of the Volgograd Business Institute. 2015. № 2 (31). P. 94—99 [Electronic resource]. URL: <http://vestnik.volbi.ru/webarchive/231/yekonomicheskije-nauki/migracija-rabochei-sily-i-ee-vlijanie-na.html> (date of viewing: 06.30.2015).

УДК 338.534+338.22

ББК 65.291.33+65.011.151

Guzikova Ludmila Alexandrovna,

doctor of economics, associate professor, professor of the finance and money circulation department of Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg,
e-mail: guzikova@mail.ru

Kolesnikov Alexander Mikhailovich,

doctor of economics, professor, professor of the department of economics and finance of Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint-Petersburg,
e-mail: 9843039@mail.ru

Ivashchenko Lilia Ivanovna,

post-graduate student of the department of management and marketing of Saint-Petersburg Institute of Education in the Sphere of Humanities and Social Sciences, Saint-Petersburg,
e-mail: 9843039@mail.ru

Гузикова Людмила Александровна,

д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры финансов и денежного обращения Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург,
e-mail: guzikova@mail.ru

Колесников Александр Михайлович,

д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры экономики и финансов Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург,
e-mail: 9843039@mail.ru

Ивашченко Лилия Ивановна,

аспирант кафедры менеджмента и маркетинга Санкт-Петербургского института гуманитарного образования, г. Санкт-Петербург,
e-mail: 9843039@mail.ru

**УПРАВЛЕНИЕ ЦЕНОЙ ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА
НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ДИФФУЗИИ ИННОВАЦИЙ**

**INNOVATIVE PRODUCT'S PRICE CONTROL BASED ON A MODEL
OF INNOVATION DIFFUSION**

В статье рассматривается проблема оценки предприятия-инноватором восприимчивости рынка к инновационному продукту. Анализируется значимость ценообразования как фактора распространения инноваций. Определены возможности учета влияния стратегии и тактики ценообразования на результаты инновационной деятельности предприятия, имеющиеся в известных моделях диффузии инноваций. Предложена модификация обобщенной модели Басса, представленная в виде системы дифференциальных уравнений, описывающих поведение участников рынка, и позволяющая исследовать процесс распространения инновации как реакцию на изменение цены и других характеристик. Сделан вывод о возможности использования предложенной модели при разработке стратегии ценообразования инновационного продукта.

The problem of evaluation of the market susceptibility to innovative product by an enterprise-innovator is the subject under consideration. The value of pricing as a factor of innovations diffusion is analyzed. The possibilities accounting the impact

of pricing strategy and tactics on the enterprise's innovation performance results are determined that are provided by certain models of innovation diffusion. Modification of generalized Bass model is proposed that is presented in the form of differential equations system describing the market participants' behavior and allowing studying the process of innovations diffusion as response to changing of price and other parameters. The conclusion was made about the possibility of using the proposed model for development of the innovative product pricing strategy.

Ключевые слова: инновационно ориентированное предприятие, инновационный продукт, диффузия инноваций, факторы распространения инноваций, скорость распространения инноваций, восприятие инноваций, рынок инноваций, модель диффузии инноваций, ценообразование инноваций, модель Басса.

Keywords: innovation-oriented enterprise, innovation product, diffusion of innovations, factors of innovations diffusion,

speed of innovations diffusion, perception of innovations, market of innovations, innovation diffusion model, pricing of innovation, the Bass model.

Инновационная парадигма в настоящее время представляет собой объективно сложившееся явление современной экономики. Ее основная сущность «проявляется в роли инноваций как необходимой основы любого предпринимательского опыта» [1]. Для большинства современных предприятий стало нормой стремление быть провайдером и генератором инноваций. При этом для многих из них активное управление инновационным процессом сосредоточивается и ограничивается рамками самого предприятия и сферой защиты прав и заканчивается выводом нового продукта на рынок, а управлению инновациями, уже выведенными на рынок, уделяется существенно меньше внимания. Характерно, что в аналитических построениях, относящихся к управлению инновационной деятельностью, потребитель как субъект, определяющий в конечном счете достижение цели инновационного процесса, как правило, не принимается во внимание. В качестве примера можно привести модель управления инновационной деятельностью, разработанную М. А. Тимошенко [2].

Однако успех инновации, реализующийся в ее коммерциализации и получении предприятием-инноватором дополнительной прибыли, находится в сильной зависимости от восприятия инновации рынком, а точнее, от сочетания факторов, определяющих восприимчивость рынка к инновациям и поддерживающих интерес к ним. По нашему мнению, правильная оценка восприимчивости рынка к инновационным товарам является одной из наиболее значимых задач в деятельности инновационно ориентированного предприятия, а инструменты управления процессом распространения инновационного продукта на рынке должны быть для такого предприятия предметом тщательного изучения. Как отмечается в работе И. С. Коробельникова, конъюнктура рынка, на котором действует предприятие, является лимитирующим фактором, определяющим актуальность инноваций [3].

Несмотря на то что цена инновационной продукции в значительной мере определяет возможности предприятия-новатора по формированию прибыли, а также получению и закреплению рыночного преимущества, возможности ценообразования инноваций как стратегического инструмента управления финансовым результатом и стоимостью предприятия предприятиями-инноваторами недооцениваются.

Процесс ценообразования инновационной продукции можно представить следующим образом. В краткосрочном периоде ценообразование представляет собой установление цены сделок и непосредственно влияет на коммерческий успех предприятия. На среднесрочном горизонте основное влияние на цену оказывает рынок. И наконец, в долгосрочном периоде решающим фактором становится состояние отрасли, промышленности. Перечисленные этапы взаимосвязаны и в совокупности определяют динамику цен. Взаимосвязь между ними важна для формирования долгосрочной ценовой стратегии предприятия-инноватора.

Авторами настоящей работы был проведен анализ моделей распространения инноваций на рынке с точки зрения их пригодности для формирования ценовой стратегии предприятия-инноватора. В качестве параметров, определяющих пригодность модели для целей формирования ценовой стратегии, рассматривались число и состав учитываемых факторов рынка, включая существование на рынке групп потребителей с различным отношением к инновационному продукту, учет фактора времени, возможность выполнения прогнозных расчетов

как априорно, то есть до вывода товара на рынок, так и на основе данных, получаемых в процессе функционирования рынка. Принималась во внимание и сложность соответствующего математического аппарата.

Целью анализа заключалась в выявлении модели, позволяющей прогнозировать результат продаж инновационной продукции предприятия-инноватора при различных вариантах стратегии и тактики ценообразования.

Процесс распространения инноваций принято называть диффузией. Термин «диффузия инноваций» был впервые предложен Э. Роджерсом в одноименной книге. Диффузия инноваций — это процесс распространения новшеств в обществе, закономерности распространения новых продуктов, технологий, идей среди потенциальных потребителей (пользователей) с момента их появления [4].

В качестве инновационного товара может рассматриваться не только продукт, являющийся продуктовой инновацией, но и новая технология, являющаяся объектом продажи.

В последнем случае приобретение готовой технологии и ее последующее внедрение может рассматриваться как инновация локального масштаба, то есть новшество с точки зрения конкретного предприятия, его новый инструмент в конкурентной борьбе. В практическом плане речь может идти, например, о зарубежных технологиях достаточно современного уровня, но уже не относящихся к передовым, которые импортируются в страну, где аналоги отсутствуют, или о технологиях и технологических усовершенствованиях, распространение которых принимает массовый характер после истечения срока патентной защиты.

В некоторых случаях распространение технологий и/или технологических усовершенствований может быть сопряжено не с их покупкой/продажей, а с самостоятельным воспроизведением технологии и/или технологического усовершенствования, приводящим к созданию близкого варианта [5]. Необходимо отметить, что самостоятельные попытки воспроизведения технологий могут приводить к результатам, которые являются предметом патентования и представляют собой самостоятельные инновационные разработки.

С точки зрения предприятия правильная оценка процесса распространения инноваций способна обеспечить быстрый рост продаж и захват рынков. Неправильная оценка может привести к существенному увеличению расходов и снижению прибыли, что особенно важно для инновационных предприятий малого и среднего бизнеса.

Оценка процессов распространения инноваций важна также с точки зрения промышленной политики государства и связана с мерами по стимулированию инноваций [6]. Принятие на себя государством части затрат позволяет предприятию-новатору участвовать в решении государственно важных задач и устанавливать более низкую цену инновационного продукта, обеспечивая более быстрое его распространение, или получать дополнительную прибыль, позволяющую производить дальнейшее наращивание инновационного потенциала.

Л. К. Гуриева отмечает, что положения современной теории диффузии инноваций справедливы только в условиях развитой рыночной экономики. Наличие институционально оформленной рыночной среды представляет собой обязательное условие функционирования механизма диффузии инноваций и естественного протекания процесса возникновения и распространения экономически эффективных инноваций [7].

Э. Роджерс предложил разделять всех потенциальных участников рынка на пять групп в соответствии с их восприятием инноваций. Количественное соотношение между группами относительно постоянно для потребительских рынков

Таблица

Характеристики процесса диффузии инноваций

Показатель	Формула
Суммарные продажи	$F(t) = M * \left(\frac{1 - e^{-(p+q)*t}}{1 - \frac{q}{p} * e^{-(p+q)*t}} \right)$
Продажи в момент t	$f(t) = M * \left(\frac{p * (p+q)^2 * e^{-(p+q)*t}}{(p+q * e^{-(p+q)*t})^2} \right)$
Время наступления пика продаж	$T^* = \frac{1}{p+q} * \ln\left(\frac{q}{p}\right)$
Пик продаж	$f(t) = \frac{M}{4q} * (p+q)^2$
Суммарные продажи к наступлению пика продаж	$F(t) = M * \left(0,5 - \frac{p}{2q} \right)$

Приняв потенциал рынка за единицу, можно преобразовать формулу (*) к виду:

$$\frac{f(t)}{1 - F(t)} = p + q * F(t)$$

В соответствии с моделью Басса процесс распространения инноваций описывается логистической кривой, симметричной относительно точки T^* , в которой достигается пик продаж.

Эмпирические проверки описанной выше трехпараметрической модели Басса, по данным социологических опросов, показали наличие значительных отклонений прогнозных данных от фактических [10]. Кроме того, в этой модели, как и в модели Э. Роджерса, не учитывается возможность изменения цены. Необходимость совершенствования модели с целью учета неоднородности среды распространения инноваций и существенных факторов, влияющих на процесс диффузии и могущих служить инструментами управления этим процессом и его результатами, привела к созданию обобщенной модели, породившей впоследствии ряд модификаций.

Обобщенная модель Басса представляется в виде:

$$\frac{f(t)}{1 - F(t)} = v(A, t) * (p + q * F(t))$$

где $v(A, t)$ — функция цены и других переменных, влияющих на скорость распространения инновации, представленных как элементы вектора $A (A = (u, a_1, a_2, \dots, a_n))$ и времени [11].

К факторам, определяющим скорость распространения инновации, относятся:

- относительные преимущества инновации (*relative advantage*) по сравнению с аналогичными продуктами;
- совместимость (*compatibility*) с существующими представлениями и используемыми продуктами;
- сложность (*complexity*) понимания и освоения;
- простота апробации (*trialability*) в тестовом режиме;
- коммуникативность (*communicability*), то есть возможность получения информации о продукте.

Р. Грант в качестве факторов диффузии инноваций указывает также:

- институциональное давление, когда инновация обретает статус социальной нормы, выполнение которой позволяет потребителю адаптироваться в определенной экономической или социальной среде;
- конкурентное давление, то есть опасение снижения конкурентоспособности в случае непринятия инновации [12].

и может значительно отличаться для рынков товаров производственного назначения и технологий [8]:

— суперноваторы (*Innovators*) — потребители, первыми признающие и приобретающие новый продукт. На потребительском рынке эта группа составляет примерно 2,5% от общей численности;

— ранние последователи (*Early Adopters*) — принимающие и приобретающие новый продукт относительно быстро после его появления на рынке, но несколько позже, чем суперинноваторы. К этой группе на рынке относится примерно 13,5% участников;

— раннее большинство (*Early Majority*) — первая часть массового рынка, приобретающего товар, включающая примерно 34% рынка;

— позднее большинство (*Late Majority*) — вторая часть массового рынка, по численности приблизительно равная первой;

— суперконсерваторы (*Laggards*) — потребители, покупающие товар последними, которые составляют на рынке до 16% [4].

Существенным недостатком модели Э. Роджерса является игнорирование фактора времени, что не позволяет анализировать развитие диффузии инноваций. Этот недостаток был устранен в модели, предложенной Ф.М. Бассом [9]. Базовым в модели диффузии инноваций Басса является предположение о существовании рынка, на котором появляется принципиально новый продукт, не имеющий аналогов и, соответственно, конкуренции со стороны других продуктов. Данный продукт создает новый спрос, то есть формируется потенциал рынка. Подобное предположение в некоторой мере может быть справедливо для так называемых прорывных инноваций.

Процесс распространения продукта представлен на рис.

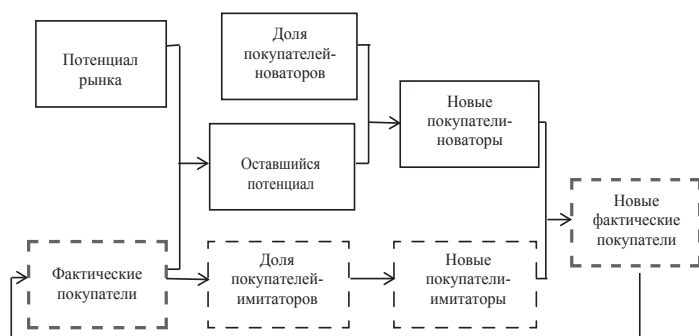


Рис. Упрощенная схема диффузии новшества

Математическая модель диффузии инноваций Басса имеет вид:

$$f(t) = p * (M - F(t)) + q * \frac{F(t)}{M} * (M - F(t)) = \left(p + q * \frac{F(t)}{M} \right) * (M - F(t)) (*)$$

где:

$f(t)$ — количество принявших новшество в момент времени t ;

M — потенциал рынка;

$F(t)$ — суммарное число принявших новшество;

p — коэффициент инновации;

q — коэффициент имитации.

M, p и q являются параметрами модели.

Первое слагаемое в формуле отражает инновационный, а второе — имитационный эффект.

Из формулы (*) можно вывести выражения для важных показателей рынка, приведенные в табл.

Все перечисленные выше факторы обусловлены объективными и воспринимаемыми свойствами инновационного продукта, действиями предприятия-новатора, направленными на совершенствование продукта и на его информационное сопровождение, а также реакциями внешней среды.

Диффузная модель Басса отражает принцип усиливающей обратной связи: число потребителей инновации увеличивает количество новых потребителей за счет эффекта коммуникации [13].

Л. Л. Делициным [14] была предложена модель распространения инноваций в неоднородной социально-экономической системе с учетом цен и демографических процессов, построенная на основе обобщенной модели Басса. В модели автор выделил три группы потенциальных потребителей инновации, каждый из которых включает представителей нескольких поколений, и предусмотрел учет демографических процессов путем учета рождаемости и смертности в каждом поколении. По нашему мнению, для анализа распространения инноваций выделение поколений не является принципиально существенным моментом, а для учета изменчивости численности выделенных групп достаточно показателей обновления и выбытия, сходных по содержанию с аналогичными показателями, используемыми в анализе многих экономических процессов. В дальнейшем, не умаляя общности, будем предполагать, что процессы изменения численности в равной мере затрагивают все выделенные группы участников рынка, то есть инновация сама по себе не является фактором изменения потенциала и/или мощности выделенных групп.

Показатель совокупной численности участников рынка описывается уравнением, то есть потенциал рынка удовлетворяет условиям баланса:

$$M(t) = X(t) + Y(t) + Z(t),$$

где:

$X(t)$ — численность существующих пользователей инновационного продукта;

$Y(t)$ — численность потенциальных пользователей;

$Z(t)$ — численность недоступного подмножества, то есть тех участников рынка, которые не используют и не предполагают использовать инновационный продукт.

Система дифференциальных уравнений, описывающих поведение выделенных групп участников рынка во времени, имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = r(t) * Y - s(t) * X \\ \frac{dY}{dt} = -r(t) * Y - s(t) * Y + f(u(t), t) \\ \frac{dZ}{dt} = -s(t) * Z - f(u(t), t) \end{cases} \quad (**)$$

и должна удовлетворять нелокальным краевым условиям:

$$\begin{aligned} X(0) &= 0 \\ Y(0) &= 0 \\ Z(0) &= l(0) * M(0) \end{aligned}$$

где: $l(t)$ — функция, описывающая динамику прироста потенциала рынка во времени, то есть появление новых потребителей;

$s(t)$ — функция, описывающая динамику сокращения потенциала рынка, то есть выбытие потребителей;

$r(t)$ — функция риска, отражающая вероятность того, что потенциальный потребитель инновации станет ее фактическим потребителем, то есть перейдет из группы $Y(t)$ в $X(t)$;

$f(u(t), t)$ — численность переходов из «недоступного» подмножества в подмножество потенциальных пользователей в единицу времени;

$u(t)$ — функция изменения цены во времени, которая может рассматриваться в системе как управляющее воздействие.

Дадим теперь интерпретацию уравнений системы (**). Изменение мощности группы фактических потребителей формируется как результат прироста за счет перехода из группы участников из потенциальных потребителей и естественного выбытия. Изменение мощности группы потенциальных потребителей определяется как результат перехода части участников в группу фактических потребителей, естественного выбытия и прироста за счет повышения привлекательности инновации, обусловленного ценой и иными маркетинговыми факторами. Изменение в группе участников, не использующих и не предполагающих использовать инновационный продукт, обусловлено естественным выбытием и выбытием, которое вызвано ростом привлекательности продукта.

Краевые условия отражают предположение, что до момента появления инновационного продукта на рынке все его участники принадлежат к третьей группе, динамика численности которой определяется естественным процессом роста, а численность первых двух групп нулевая.

Функция риска, использованная в модели, определяется экономическими и социально-психологическими факторами, включая фактор конкурентной среды, при этом вид функции должен учитывать обратную зависимость от потенциала рынка. Например, она может быть представлена в виде:

$$r(t) = \rho + \frac{\lambda}{K(t)},$$

где параметры ρ и λ могут быть вычислены.

Описанный выше вариант обобщенной модели Басса, сформированный путем обоснованного упрощения и конкретизации параметров, используемых в модификации, предложенной Л. Л. Делициным, может применяться для управления продажами инновационного продукта на основе моделирования реакции рынка при различных вариантах ценовой стратегии предприятия-инноватора, динамических характеристик рынка и реакций конкурентов. Это позволит предприятию-инноватору более точно прогнозировать реакцию рынка на выбранную стратегию ценообразования инновационного продукта и планировать получение дохода и прибыли от его реализации с учетом потенциала рынка.

Результаты моделирования могут использоваться государственными органами для планирования экономического развития и объемов стимулирования инновационной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев Е. С., Харьковская Н. Н. Инновационная парадигма: современная философия или основа предпринимательства? // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2014. № 1 (26). С. 138—142
2. Тимошенко М. А. Модернизационно-инновационные процессы // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2012. № 1 (18). С. 133—136.

3. Корабельников И. С. Инновация как стратегия развития агробизнеса: эволюция и современное представление // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2011. № 2 (15). С. 87—92.
4. Rogers E. M. Diffusion of Innovations. Free Press. 5th Edition. 2003. 576 p.
5. Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий / И. Туккель, С. Голубев, А. Сурина, Н. Цветкова. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 208 с.
6. Гузикова Л. А. Актуальные вопросы промышленной политики России // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2013. Т. 2. № 185. С. 28—32.
7. Гуриева Л. К. Теория диффузии нововведений // Инновации. 2005. № 4 (81). С. 22—26.
8. Философова Т. Г., Быков В. А. Конкуренция и конкурентоспособность. М.: Юнити, 2012. 295 с.
9. Bass F. M. A New Product Growth Model for Consumer Durables. Management Science. 1969. Vol. 15. P. 215—227.
10. Евдокимов С. А. Перспективы развития региональных экономических моделей оценки диффузии инновационных товаров-комplementов // Регион в период модернизации: социальные институты. II Междунар. науч.-практ. конф. Нижний Новгород, 2013. С. 109—117.
11. Bass F. M. The Evolution of General Theory of the Diffusion of Technological Innovations. Polykarp Kusch Series. The University of Texas at Dallas, 1994. P. 1—22.
12. Грант Р. Современный стратегический анализ. СПб.: Питер, 2008. 560 с.
13. Михалева Е. П., Чинилина К. А. Модель диффузии потребительских инноваций на основе построения кумулятивной кривой // Креативная экономика. 2013. № 11 (83). С. 46—53 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.creativeconomy.ru/articles/30149/> (дата обращения: 20.06.2015).
14. Делицын Л. Л. Моделирование распространения нововведения в неоднородной социально-экономической системе с учетом цен и демографических процессов // Труды VIII Междунар. конф. «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO '09. М., 2009. С. 321—331.

REFERENCES

1. Vasiliev E. S., Kharkova N. N. An innovative paradigm: the basis of modern philosophy, or business? // Business. Education. Law. Bulletin of the Volgograd Business Institute. 2014. № 1 (26). P. 138—142.
2. Timoshenko M. A. Modernization and innovation processes // Business. Education. Law. Bulletin of the Volgograd Business Institute. 2012. № 1 (18). P. 133—136.
3. Korabel'nikov I. S. Innovation as a strategy for development of agribusiness: Evolution and contemporary presentation // Business. Education. Law. Bulletin of Volgograd Business Institute. 2011. № 2 (15). P. 87—92.
4. Rogers E. M. Diffusion of Innovations. Free Press. 5th Edition. 2003. 576 p.
5. Methods and tools of innovative development of industrial enterprises / I. Tukkel, S. Golubev, A. Surin, N. Tsvetkova. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2013. 208 p.
6. Guzikova L. A. Topical issues of industrial policy of Russia // Scientific and technical sheets of St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences. 2013. B. 2. № 185. P. 28—32.
7. Guriev L. K. The theory of diffusion of innovations // Innovations. 2005. № 4 (81). P. 22—26.
8. Filosofova T. G., Bykov V. A. Competition and competitiveness. M., Unity, 2012. 295 p.
9. Bass F. M. A New Product Growth Model for Consumer Durables. Management Science. 1969. Vol. 15. P. 215—227.
10. Evdokimov S. A. Prospects for development of the regional economic models for assessment of the diffusion of innovative product-complements // Region during modernization: social institutions. II International Scientific and Practical Conference. Nizhny Novgorod, 2013. P. 109—117.
11. Bass F. M. The Evolution of General Theory of the Diffusion of Technological Innovations. Polykarp Kusch Series. The University of Texas at Dallas, 1994. P. 1—22.
12. Grant R. Modern strategic analysis. St. Petersburg: Peter, 2008. 560 p.
13. Mikhalev E. P., Chinilin K. A. Consumer innovation diffusion model based on the construction of the cumulative curve // Creative Economy. 2013. № 11 (83). P. 46—53 [Electronic resource]. URL: <http://www.creativeconomy.ru/articles/30149/> (date of viewing: 20.06.2015).
14. Delitsyn L. L. Simulation of innovation in a heterogeneous socio-economic system based on prices and demographic processes // Materials of the VIII International Conference «System Identification and Control Problems» SICPRO '09. M., 2009. P. 32—331.