УДК (658:001.895):519.866

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЯ ЧАСТИЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ФИРМ В РАЗРАБОТКЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

[1]Резеньков Д.Н., [2]Брыкалова А.А., [2]Минкина Т.В.

[1]ФБГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», Ставрополь, e-mail: inf@stgau.ru;

[2]ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: info@ncfu.ru

В данной статье рассматривается инновационной деятельности фирм на дуополистическом рынке с учетом неопределенности успеха в разработке инновации и экстернальных эффектов, на основе которой исследуется эффективность различных форм сотрудничества фирм в разработке инноваций. Предполагается, что способность фирм сотрудничать в разработке инновационных технологий зависит от степени их кооперации в разработке инновационных продуктов. А именно, будем считать, что фирмы могут вовлекаться в совместную разработку инновационных технологий только для тех компонентов конечного продукта, которые разработаны фирмами совместно. Для тех компонентов конечного продукта, которые разрабатываются фирмами индивидуально, фирмы могут осуществлять свою собственную независимую разработку инновационных технологий. Все переменные будем обозначать «крышкой» сверху для того, чтобы отличать изучаемый сценарий от других сценариев.

Ключевые слова: технология, организация, инновации, моделирование, экстернальный эффект

SCENARIO MODELING PARTIAL COOPERATION COMPANIES IN DEVELOPING INNOVATIVE TECHNOLOGIES

[1]Rezenkov D.N., [2]Brykalova A.A., [2]Minkina T.V.

[1]Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Stavropol State Agrarian University, Stavropol, e-mail: inf@stgau.ru;

[2]Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education North-Caucasus Federal University, Stavropol, e-mail: info@ncfu.ru

This article focuses on the innovation activities of firms on duopolistical market taking into account the uncertainty of success in developing innovation and external effects on which investigated the effectiveness of various forms of cooperation in the development of innovation companies. It is expected that the ability of firms to cooperate in development of innovative technologies depends on their cooperation in the development of innovative products. Namely, we assume that firms can be involved in the joint development of innovative technologies for only those components of the final product, which was developed by co. For the components of the final product, which are developed individually firms, the company may carry out its own independent development of innovative technologies. All variables will be denoted by «cap» on top in order to distinguish the studied scenario of the other scenarios.

Keywords: technology, organization, innovation, modeling, external effects

Решение рассматриваемой игры методом обратного хода начнем со стадии конкуренции. Выражения для равновесных прибылей фирм на финальной стадии (стадии конкуренции) совпадают с выражениями для прибылей при сценарии отсутствия кооперации фирм и определяются по данной формуле:

$$\pi_i^{\text{III}} = \frac{(s(3-s)(a-c_i)+(1-s)(c_j-c_i))^2}{s(s+1)^2(3-s)^2(2-s)}.$$

Рассмотрим стадию разработки инновационных технологий. Фирмы совместно устанавливают покомпонентные инвестиции в разработку инновационных технологий для общих компонентов конечного продукта $\hat{x}_\alpha$ с целью максимизации совместной прибыли $\hat{\Pi}_1 + \hat{\Pi}_2$. Одновременно каждая фирма i устанавливает свои покомпонентные инвестиции в разработку инновационных технологий для самостоятельно разрабатываемых компонентов конечного продукта $\hat{x}_{-\alpha i}$ с целью максимизации своей прибыли.

Анализ показывает, что инвестиции в разработку инновационных технологий для общих и самостоятельно разрабатываемых компонентов конечного продукта для каждой фирмы представляют собой стратегические комплементы: более высокие инвестиции в разработку инновационных технологий для общих компонентов конечного продукта соответствуют более высоким инвестициям в разработку инновационных технологий для самостоятельно разраба-

тываемых компонентов. Подставляя $\hat{c}_i$ и $\hat{c}_j$ в выражение, перепишем валовую прибыль фирмы i в виде

$$\hat{\pi}_i^{\text{III}} = \frac{\left(as(3-s)\left(1+2s-s^2\right)\hat{x}_{-\alpha\alpha i} + (1-c)\hat{x}_{-\alpha\alpha j}\right)^2}{s(1+s^2)(2-s)(3-s)^2},$$

где $\hat{x}_{-\alpha\alpha i} = c - \alpha\hat{x}_\alpha - (1-\alpha)\hat{x}_{-\alpha i}$. Записывая условия первого порядка для $\hat{x}_\alpha$ и $\hat{x}_{-\alpha i}$ при $i = 1$, 2 и решая полученную систему уравнений, получаем $\hat{x}_\alpha$ и $\hat{x}_{-\alpha}$ в виде

$$\hat{x}_\alpha = 4s(3-s)\hat{\gamma}; \qquad (1)$$

$$\hat{x}_{-\alpha} = 2(1+2s-s^2)\hat{\gamma}, \qquad (2)$$

где

$$\hat{\gamma} = \frac{a-c}{(2-s)(1+s)^2\psi(3-s)+2s^2-4s-2+2\alpha\left(s^2-4s+1\right)}.$$

Условия второго порядка для $\hat{x}_\alpha$ и $\hat{x}_{-\alpha}$,

$$\psi > \frac{4\alpha s}{(1+s)^2(2-s)},$$

$$\psi > \frac{2(1-\alpha)(1+2s-s^2)^2}{s(1+s)^2(2-s)(3-s)^2},$$

выполняются при

$$\psi > \max\left\{1, \frac{2(1-\alpha)(1+2s-s^2)^2}{s(1+s)^2(2-s)(3-s)^2}\right\}.$$

Выясним, как степень кооперации фирм в разработке инновационных продуктов воздействует на равновесный объем инвестиций в разработку инновационных технологий. Воздействие степени кооперации фирм в разработке инновационных продуктов воздействует на равновесный объем инвестиций в разработку инновационных технологий, может быть представлено в следующем виде:

$$\frac{d\hat{x}}{d\alpha} = \frac{\partial\hat{x}}{\partial\alpha} + \frac{\partial\hat{x}}{\partial s}\frac{\partial s}{\partial\alpha}. \qquad (3)$$

Здесь взаимодействуют различные эффекты. Первый член в правой части уравнения (3) представляет собой прямой эффект, т.е. он описывает, как изменение степени общности компонентов конечного продукта воздействует на решения относительно инвестиций в разработку инновационных технологий посредством разделения затрат между фирмами и координации инвестиций для заданной степени дифференциации продукции s. Второй член представляет собой неявное воздействие степени общности компонентов конечного продукта на инвестиции в разработку инновационных технологий, которое осуществляется посредством степени дифференциации продукции. В таблице представлены знаки каждого из эффектов.

Предельное воздействие степени общности компонентов конечного продукта α на инвестиции в разработку инновационных технологий

Предельное воздействие α на инвестиции в разработку инновационных технологий	
Прямой эффект $\frac{\partial\hat{x}}{\partial\alpha}$	Неявный эффект $\frac{\partial\hat{x}}{\partial s}\frac{\partial s}{\partial\alpha}$
(+) при $s \geq \tilde{s}$ (–) при $s < \tilde{s}$	(–)

Неявный эффект всегда отрицателен. Прямой эффект положителен, только если степень дифференциации продукции достаточно велика. Это объясняется тем, что два источника прямого эффекта, разделение затрат между фирмами и координация инвестиций, действуют в противоположных направлениях. Более высокая степень общности компонентов конечного продукта позволяет фирмам вовлечься в совместный процесс разработки инновационных технологий по большему числу компонентов конечного продукта. С одной стороны, это приводит к увеличению инвестиций в разработку инновационных технологий для общих компонентов конечного продукта благодаря положительному эффекту разделения затрат между фирмами. Поскольку инвестиции в разработку инновационных технологий для общих и самостоятельно разрабатываемых компонентов конечного продукта для каждой фирмы представляют собой стратегические комплементы, знак предельного воздействия степени общности компонентов конечного продукта α на инвестиции в разработку инновационных технологий для самостоятельно разрабатываемых компонентов конечного продукта следует за знаком предельного воздействия степени общности компонентов конечного продукта α на инвестиции в разработку инновационных технологий для общих компонентов конечного продукта.

Предельное воздействие степени кооперации фирм на инвестиции в разработку инновационных технологий, таким образом, неоднозначно, за исключением достаточно низких степеней дифференциации продукции. Для достаточно низких степеней дифференциации продукции и прямой и неявный эффекты отрицательны, и инвестиции

в разработку инновационных технологий для общих и самостоятельно разрабатываемых компонентов конечного продукта снижаются с ростом степени кооперации фирм в разработке инновационных продуктов. При более высоких степенях дифференциации продукции, однако, знак предельного эффекта зависит от величин параметра ψ и производной $\frac{\partial s}{\partial \alpha}$ и может быть либо отрицательным, либо положительным.

Хотя воздействие степени общности компонентов конечного продукта α на инвестиции в разработку инновационных технологий неоднозначно для высоких степеней дифференциации продукции, α оказывает однозначное воздействие на интенсивность кооперации в разработке инновационных технологий, которую охарактеризуем отношением инвестиций в разработку инновационных технологий для общих компонентов конечного продукта $\hat{x}_\alpha$ и инвестиций в разработку инновационных технологий для самостоятельно разрабатываемых компонентов конечного продукта $\hat{x}_{-\alpha i}$: $\frac{\hat{x}_\alpha}{\hat{x}_{-\alpha}}$.

Докажем следующий результат.

Утверждение 1. При частичной кооперации фирм в разработке инновационных технологий интенсивность кооперации в разработке инновационных технологий снижается с ростом степени кооперации фирм в разработке инновационных продуктов.

Доказательство очевидно, поскольку отношение $\frac{\hat{x}_\alpha}{\hat{x}_{-\alpha}} = \frac{2s(3-s)}{1+2s-s^2}$ представляет собой возрастающую функцию s, и получаем $\frac{\partial s}{\partial \alpha} < 0$.

Более высокая степень кооперации фирм в разработке инновационных продуктов снижает степень дифференциации продукции, что, в свою очередь приводит к более интенсивным инвестициям в разработку инновационных технологий. Поскольку инвестиции в разработку инновационных технологий для общих компонентов конечного продукта интернализуют этот эффект конкуренции, а инвестиции в разработку инновационных технологий для самостоятельно разрабатываемых компонентов конечного продукта не интернализуют эффект конкуренции, отношение инвестиций в разработку инновационных технологий для общих компонентов конечного продукта $\hat{x}_\alpha$ и инвестиций в разработку инновационных технологий для самостоятельно разрабатываемых компонентов конечного продукта $\hat{x}_{-\alpha i}$ ниже при более высокой степени кооперации фирм в разработке инновационных продуктов.

Следующий результат для данной степени кооперации фирм в разработке инновационных продуктов сравнивает уровни инвестиций в разработку инновационных технологий для общих и самостоятельно разрабатываемых компонентов конечного продукта для всех трех сценариев.

Утверждение 2. Для данной степени кооперации фирм в разработке инновационных продуктов α имеем $\tilde{x} \ge \hat{x}_\alpha \ge \hat{x}_{-\alpha} \ge x$, *если* $s > \tilde{s}$, а при $s \le \tilde{s}$ знаки неравенства меняются на противоположные.

Действительно, при сценарии отсутствия кооперации инвестиции в разработку инновационных технологий в расчете на компоненту составляют

$$x = \frac{2(a-c)(1+2s-s^2)}{\psi(1+s)^2(3-s)(2-s)+2s^2-4s-2},$$

тогда как при частичной кооперации они составляют

$$\hat{x}_\alpha = \frac{4s(a-c)(3-s)}{\psi(1+s)^2(3-s)(2-s)+2s^2-4s-2+2\alpha(s^2-4s+1)}$$

для общих компонентов конечного продукта и

$$\hat{x}_{-\alpha} = \frac{2(a-c)(1+2s-s^2)}{\psi(1+s)^2(3-s)(2-s)+2s^2-4s-2+2\alpha(s^2-4s+1)}$$

для самостоятельно разрабатываемых компонентов конечного продукта. Во-первых, имеем $\hat{x}_\alpha \ge \hat{x}_{-\alpha}$ тогда и только тогда, когда имеет место неравенство $4s(3-s) \ge 2(1+2s-s^2)$, которое эквивалентно условию $s \ge \tilde{s}$. Во-вторых, имеем $\hat{x}_{-\alpha} \ge x$ тогда и только тогда, когда имеет место неравенство $2\alpha(1-4s+s^2) \le 0$, которое эквивалентно условию $s \ge \tilde{s}$. Имеем

$$\tilde{x} = \frac{4s(a-c)}{\psi(1+s)^2(2-s)-4s};$$

$$\hat{x}_\alpha = \frac{4s(a-c)}{\psi(1+s)^2(2-s)+\left[2s^2-4s-2+2\alpha(s^2-4s+1)\right]/(3-s)}.$$

Получаем $\tilde{x} > \hat{x}_\alpha$ тогда и только тогда, когда имеет место неравенство

$$4s > \frac{-\left[2s^2 - 4s - 2 + 2\alpha(s^2 - 4s + 1)\right]}{3 - s},$$

которое справедливо тогда и только тогда, когда имеет место неравенство

$$2(1-\alpha)(s^2 - 4s + 1) < 0, \text{ т.е. } s > \tilde{s}.$$

Во-первых, заметим, что ранжирование уровней инвестиций в разработку инновационных технологий при сценариях отсутствия кооперации и полной кооперации фирм зависит от степени дифференциации продукции s. Это объясняется тем, что при малых значениях s (соответствующих интенсивной конкуренции на товарном рынке) фирмы стремятся агрессивно конкурировать в инвестициях в разработку инновационных технологий, что приводит к более высоким объемам инвестиций при сценарии отсутствия кооперации фирм (когда они не интернализуют этот эффект конкуренции). При более высоких значениях степени дифференциации продукции s (соответствующих слабой конкуренции на товарном рынке) инвестиции в разработку инновационных технологий дают более высокий предельный доход.

Поскольку разделение затрат на осуществление инвестиций в разработку инновационных технологий относится только к общим компонентам, инвестиции в разработку инновационных технологий выше для этих компонентов по сравнению с инвестициями для самостоятельно разрабатываемых фирмами компонентов конечного продукта.

Заметим, что этот результат не имеет места, если фирмы координируют, а не объединяют свои усилия в процессе разработки инновационных технологий. Если бы фирмы совместно устанавливали x_α, без разделения затрат на осуществление инвестиций в разработку инновационных технологий, уровни инвестиций ранжировались бы следующим образом: $x \geq \hat{x}_{-\alpha} \geq \hat{x}_\alpha \geq \hat{x}$ при всех s. Это объясняется тем, что при отсутствии разделения затрат на осуществление инвестиций координация инвестиций в разработку инновационных технологий имеет просто эффект соглашения, который приводит к более низким инвестициям по сравнению с некооперативным сценарием.

Рассмотрим стадию разработки инновационных продуктов. Фирмы устанавливают степень кооперации компаний в разработке инновационных продуктов α с целью максимизации совокупной прибыли. Поскольку $\hat{\Pi}_1 = \hat{\Pi}_2$, степень кооперации, максимизирующая совокупную прибыль, максимизирует также прибыль каждой фирмы. Следовательно, фирмы решают следующую задачу оптимизации

$$\max_{\alpha\in[0,1]} \hat{\Pi}_i(\alpha) = \hat{\pi}^{\text{II}}(s(\alpha)) - R(\alpha, \hat{x}_\alpha, \hat{x}_{-\alpha}) - D(\alpha).$$

Положим

$$\hat{\pi} = \hat{\pi}^{\text{II}}(\alpha) - R(\alpha, \hat{x}_\alpha, \hat{x}_{-\alpha}).$$

Условие первого порядка имеет вид

$$\underbrace{\frac{\partial\hat{\pi}}{\partial\alpha}}_{\text{I}} + \underbrace{\frac{\partial\hat{\pi}}{\partial s}\frac{\partial s}{\partial\alpha}}_{\text{II}} + \frac{1}{2}\eta = 0.$$

Член I в этом уравнении представляет прямой эффект степени кооперации на прибыль (посредством экономии затрат на разработку инновационных технологий), тогда как член II представляет неявный эффект степени кооперации (посредством степени дифференциации продукции). Прямой эффект положителен, тогда как неявный эффект отрицателен. Это означает, что более высокая степень кооперации означает экономию затрат в большем объеме, но в то же время сокращает степень дифференциации продукции.

Следующий результат характеризует равновесную степень кооперации в разработке инновационных продуктов при частичной кооперации фирм в разработке инновационных технологий.

Утверждение 3. При частичной кооперации компаний в области разработки инновационных технологий равновесная степень кооперации в разработке инновационных продуктов выше, если предельные затраты на разработку компонент продукта, η, *больше, однако она может* и возрастать, и убывать с ростом затрат на осуществление инвестиций в разработку инновационных технологий ψ.

Положим $\hat{\pi} = \hat{\pi}^{\text{II}} - R(\alpha, \hat{x}_\alpha, \hat{x}_{-\alpha})$. Условие первого порядка максимизации прибыли имеет вид

$$\frac{d\hat{\Pi}_i}{d\alpha} = \frac{\partial\hat{\pi}}{\partial\alpha} + \frac{\partial\hat{\pi}}{\partial s}\frac{\partial s}{\partial\alpha} + \frac{1}{2}\eta = 0. \quad (4)$$

Исследуем воздействие параметра ψ на степень кооперации. Для этого проанализируем воздействие параметра ψ на прямой и неявный эффекты α на прибыль (первое и второе слагаемые в (3.17)). Прямой эффект определяется соотношением

$$\frac{\partial\hat{\pi}^B}{\partial\alpha} = \frac{2\psi(a-c)^2 f(s,\psi,\alpha)}{\left[\psi(1+s)^2(3-s)(2-s) + 2\left(s^2 - 2s - 4s\alpha - 1\right) + 2\alpha\left(s^2+1\right)\right]^3}. \quad (5)$$

Знаменатель (5) положителен при всех значениях s, α, и ψ, поскольку его знак совпадает со знаком $\hat{x}_\alpha$, а $\hat{x}_\alpha \geq 0$. Числитель (3.18) возрастает по ψ. При ψ = 1 числитель становится функцией s и α, определенной в области $(s, \alpha) \in [0, 1]^2$. Можно показать, что минимум этой функции равен нулю, и поэтому эта функция положительна. Поэтому при всех $\psi \geq 1$ и всех s и α имеем $\frac{\partial \hat{\pi}^B}{\partial \alpha} \geq 0$, т.е. прямой эффект положителен.

Теперь проанализируем изменение $\frac{\partial \hat{\pi}^B}{\partial \alpha}$ в зависимости от ψ. Получаем

$$\frac{\partial}{\partial \psi}\frac{\partial \hat{\pi}^B}{\partial \alpha} = -\frac{2g(s,\psi,\alpha)}{\left[\psi(1+s)^2(3-s)(2-s)+2\left(s^2-2s-4s\alpha-1\right)+2\alpha\left(s^2+1\right)\right]^4},$$

где $g(s, \psi, \alpha)$ – полином второй степени по ψ. Анализ показывает, что g положительна при всех $\psi > 1$ и всех s и α, и поэтому $\frac{\partial}{\partial \psi}\frac{\partial \hat{\pi}^B}{\partial \alpha} < 0$. Это означает, что прямой эффект снижается с ростом ψ.

Неявный эффект определяется выражением $\frac{\partial \hat{\pi}^B}{\partial s}\frac{\partial s}{\partial \alpha}$. Второй сомножитель в этом выражении всегда отрицателен и не зависит от ψ. Исследуем знак производной $\frac{\partial \hat{\pi}^B}{\partial s}$ и ее изменение относительно ψ. Имеем

$$\frac{\partial \hat{\pi}^B}{\partial s} = \frac{2\psi(a-c)^2 h(s,\psi,\alpha)}{\left[\psi(1+s)^2(3-s)(2-s)+2\left(s^2-2s-4s\alpha-1\right)+2\alpha\left(s^2+1\right)\right]^3} > 0.$$

Чтобы определить изменение $\frac{\partial \hat{\pi}^B}{\partial \alpha}$ относительно ψ, вычислим производную

$$\frac{\partial}{\partial \psi}\frac{\partial \hat{\pi}^B}{\partial \alpha} = \frac{(a-c)^2 k(s,\psi,\alpha)}{\left[\psi(1+s)^2(3-s)(2-s)+2\left(s^2-2s-4s\alpha-1\right)+2\alpha\left(s^2+1\right)\right]^4},$$

где k – полином второй степени переменной ψ. Поскольку коэффициент при ψ^2 строго отрицателен для всех s и α, k имеет форму колокола. Определим максимум k при $(\alpha, s) \in [0, 1]^2$ и

$$\psi > \max\left\{1, \frac{2(1-\alpha)\left(1+2s-s^2\right)^2}{s(1+s)^2(2-s)(3-s)^2}\right\}. \quad (6)$$

Максимум k равен нулю. Следовательно, для всех $(\alpha, s) \in [0, 1]^2$ и ψ из (6) имеем $k \leq 0$, и поэтому $\frac{\partial}{\partial \psi}\frac{\partial \hat{\pi}^B}{\partial \alpha} \leq 0$, что означает, что неявный эффект усиливается с ростом ψ.

Следовательно, экономия затрат на осуществление разработки инновационных технологий меньше, что в свою очередь снижает стимулы к кооперации фирм в разработке инновационных продуктов.

Как показывает проведенный анализ, учет прямой связи между решениями фирм относительно сотрудничества в разработке инновационных продуктов и разработке инновационных технологий (сценарий частичной кооперации) приводит к изменению результатов работ, в которых такая связь отсутствует [1] (эти постановки соответствуют сценарию полной кооперации настоящей работы). Во-первых, анализ показал, что инвестиции в разработку инновационных технологий снижаются с ростом степени кооперации фирм в разработке инновационных продуктов при сценарии полной кооперации, однако направление действия этого эффекта неоднозначно при сценарии частичной кооперации. Во-вторых, хотя равновесная степень кооперации в разработке инновационных продуктов растет с ростом затрат на осуществление инвестиций в разработку инновационных технологий при сценарии полной кооперации, она может как возрастать, так и снижаться при сценарии частичной кооперации. Наконец, рассматриваемая в настоящей работе прямая связь между решениями фирм относительно сотрудничества в разработке инновационных продуктов и разработке инновационных технологий позволяет проанализировать совместные инвестиции фирм в разработку инновационных технологий по сравнению с независимым процессом инвестиций фирм

в разработку инновационных технологий. Проведенный анализ выявляет комплементарность между степенью кооперации в разработке инновационных продуктов и интенсивностью кооперации в разработке инновационных технологий.

Список литературы

1. Брыкалова А.А., Минкина Т.В. Анализ сотрудничества конкурирующих фирм в разработке инновационных продуктов // Вестник Академии знаний. – 2013. – № 1 (4). – С. 30–32.

2. Брыкалова А.А. Моделирование кооперации фирм в разработке инновационных продуктов и инновационных технологий // Проблемы экономики. – 2009. – № 6.

3. Брыкалова А.А. Моделирование сотрудничества фирм в разработке инноваций в условиях дуополистической конкуренции//Пространство экономики. – Ростов-на-Дону: изд-во ЮФУ, 2009. – Т. 7, № 4.

4. Брыкалова А.А. Моделирование и анализ кооперации компаний в области разработки инноваций // Развитие инновационного потенциала предприятий, отраслей и формирование направлений его стратегического развития: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза, 2009.

5. Харечкина Ю.О., Малофей О.П. Алгоритм расширения динамического диапазона полиномиальной системы класса вычетов // Нейрокомпьютеры: разработка и применение, 2014. – № 9. – С. 88–91.

References

1. Brykalova A.A., Minkina T.V. Analiz sotrudnichestva konkurirujushhih firm v razrabotke innovacionnyh produktov [Analysis of cooperation of competing firms in the development of innovative products], Vestnik Akademii znanij [Journal of the Academy of Knowledge], 2013, no. 1(4), pp. 30–32.

2. Brykalova A.A. Modelirovanie kooperacii firm v razrabotke innovacionnyh produktov i innovacionnyh tehnologij [Modeling cooperation of firms in developing innovative products and innovative technologies], Problemy jekonomiki [Economic problems], 2009, no 6.

3. Brykalova A.A. Modelirovanie sotrudnichestva firm v razrabotke innovacij v uslovijah duopolisticheskoj konkurencii [Modeling cooperation of firms in the development of innovation in terms of competition duopolisticheskoy], Prostranstvo jekonomiki [The space economy], Rostov-on-Don, 2009.

4. Brykalova A.A. Modelirovanie i analiz kooperacii kompanij v oblasti razrabotki innovacij [Modeling and analysis of co-operation of companies in the development of innovations], Materialy VII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Razvitie innovacionnogo potenciala predprijatij, otraslej i formirovanie napravlenij ego strategicheskogo razvitija» (Proceedings of the VII All-Russian scientific-practical conference «Development of the innovative capacity of enterprises, industries and the formation of strategic directions of its development»), Penza, 2009.

5. Kharechkina Yu.O., Malofey O.P. Algoritm rasshirenija dinamicheskogo diapazona polinomial'noj sistemy klassa vychetov [Algorithm of dynamic range expansion of a polynomial system of residue class], Nejrokomp'jutery: razrabotka i primenenie [Neurocomputers: development and application], 2014, no. 9, pp. 88–91.

Рецензенты:

Шуваев А.В., д.э.н., профессор кафедры информационных систем, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь;

Калмыков И.А., д.т.н., профессор кафедры информационной безопасности автоматизированных систем, Институт информационных технологий и телекоммуникаций, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь.