



УДК 332.142

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ СРЕД НА ОСНОВЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**INVESTIGATION OF THE PROCESSES OF INTERACTION OF PRODUCTION AND INNOVATIVE ENVIRONMENT BASED ON STOCHASTIC MODELS****А.Г. Кобзева, Н.И. Ляхова, А.А. Гришин
A.G. Kobzeva, N.I. Lyakhova, A.A. Grishin**

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Старый Оскол

Sary Oskol Technological Institute A.A. Ugarova (branch) «National Research Technological University «MISiS», Sary Oskol

Старооскольский филиал «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», г. Старый Оскол

Sary Oskol branch «Russian State Geological Prospecting University named after Sergo Ordzhonikidze», Sary Oskol

E-mail: kobzeva.ann@gmail.com, nil1701@yandex.ru, grishin-andrey@yandex.ru

Аннотация

В работе приводятся результаты исследований, полученных методами математического моделирования, которые раскрывают взаимодействие инновационной среды и промышленного предприятия. Основным результатом исследования является определение параметров процесса диффузии инноваций в производственную среду. Выявлено, что для традиционных отраслей промышленности, таких как металлургия, степень проникновения инноваций в диапазоне 20–30% не приводит к резким колебаниям параметров производственной системы, что в условиях нестабильности рынков металлопродукции является основополагающим фактором стабильного развития.

Abstract

The paper presents the results of studies obtained by methods of mathematical modeling, which reveal the interaction of the innovation environment and the industrial enterprise. The main results of the study are the determination of the parameters of the process of diffusion of innovations into the production environment. It has been revealed that for traditional industries such as metallurgy, the degree of innovation penetration in the range of 20–30% does not lead to sharp fluctuations in the parameters of the production system, which in the conditions of unstable markets for metal products is a fundamental factor of stable development.

Ключевые слова: Инновационная среда, стохастическая динамика, металлургическая компания, развитие промышленного потенциала.

Keywords: Innovative environment, stochastic dynamics, metallurgical company, industrial capacity development.

Введение

На современном этапе развития экономических отношений в условиях глобального рынка особое внимание уделяется инновационному процессу. Поиск механизмов повышения конкурентоспособности предприятий для увеличения доли своей продукции на рынке является одним из стратегических направлений деятельности. В Российской Федерации в структуре экономики преобладает сырьевой сектор, поэтому вопрос перехода на инновационный путь развития является ключевым, но как показывает практика, в основном он носит декларативный характер.



В экономической науке и практике развитых стран накоплен большой опыт реализации инновационных программ во многих секторах экономики, в том числе и традиционных, таких как добывающая, металлургическая и нефтегазовая промышленность. Однако, несмотря на положительный опыт и множество теоретических работ, посвященных повышению инновационной активности субъектов экономической деятельности, многие вопросы, связанные с распространением инноваций в промышленности требуют исследования.

В экономической теории как зарубежные [Cowan, R., Rogers, E.M.], так и отечественные ученые [Гурков И.Б., 2004; Занг В.Б., 1999; А.Б. Анисифоров, И.В. Ильина, Г.Ю. Силкиной, 2012; Нельсон Р., 2000] процесс распространения инноваций описывают в виде S-образной кривой, отражающей жизненный цикл нового продукта, а сам процесс проникновения новшеств связывают, по аналогии с физическим процессом с диффузией. Наблюдается практически полная аналогия, которая доказана на практике и в многочисленных теоретических работах. Основной проблемой при этом является сам коэффициент «диффузии», величина которого и определяет все параметры инновационной среды. Проанализировав различные подходы к определению данного показателя и математические модели, описывающие процесс распространения инноваций в производственной среде, нами предлагается использовать известные модели стохастической финансовой математики [Cowan, R., 2004] для прогнозирования инновационного процесса.

Основные результаты исследования

Результат взаимодействия двух систем, которые исследовались ранее [Кобзева Ляхова Н.И., Гришин А.А., 2017], описываемых стохастическими дифференциальными уравнениями, можно получить, используя различные математические модели. На наш взгляд, наиболее интересной моделью, рассмотренной в работе [11], является следующая:

$$\begin{bmatrix} dk_t^{(1)} \\ \dots \\ dk_t^{(n)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m^{(1)} \\ \dots \\ m^{(n)} \end{bmatrix} dt + \exp\left(\frac{\psi}{n} \sum_{i=1}^n k_t^{(i)}\right) \begin{bmatrix} B^{(11)} & \dots & B^{(1m)} \\ \dots & \dots & \dots \\ B^{(n1)} & \dots & B^{(nm)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} df_t^{(1)} \\ \dots \\ df_t^{(m)} \end{bmatrix} \quad (1)$$

где $k_t^{(i)}$ – для нашего случая это рост капитальных ресурсов i -ой системы, $m^{(i)}$ – средний показатель эффективности капитальных ресурсов i -ой системы, ψ – эмпирический коэффициент, для нашего случая это коэффициент диффузии систем; $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_t^{(i)}$ – средний коэффициент эффективности капитальных ресурсов по множеству рассматриваемых систем; $\|B^{(ij)}\|_{i,j=1}^{n,m}$ – числовая матрица, характеризующая перемешивание; $f_t^{(i)}$ – независимые стандартные винеровские процессы. Для двух систем, инновационной и производственной, уравнение (1) имеет следующий вид:

$$\begin{bmatrix} dk_t^{(1)} \\ dk_t^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m^{(1)} \\ m^{(2)} \end{bmatrix} dt + \exp\left(\frac{\gamma}{2}(k_t^{(1)} + k_t^{(2)})\right) \begin{bmatrix} B^{(11)} & B^{(12)} \\ B^{(21)} & B^{(22)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} df_t^{(1)} \\ df_t^{(2)} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Для решения уравнения (2) можно использовать метод Мильштейна [Ширяев А.Н., 2004], который позволяет получить разностный аналог, а также численное решение, приведенное в работе [Кузнецов Д.Ф., 1999], поэтому здесь подробно оно не рассматривается. Остановимся на определении коэффициентов модели и их расчете для получения численного решения. Так в уравнении (1) m , параметр, характеризующий эффективность капитала, определяли следующим образом:

1. Для производственной системы: $m = \rho \cdot \gamma - \mu - \nu$
2. Для внешней инновационной среды: $m = \rho - \nu$



где γ – фондоотдача, ρ – норма накопления; μ – темп износа капитала; ν – темп роста кадрового потенциала, в той же интерпретации стохастического процесса, как и в ранних наших работах [Кобзева Ляхова Н.И., Гришин А.А., 2017]. Изменчивость этих показателей, характеризующих каждую из систем, учитывалась в числовой матрице перемешивания V .

Отдельного рассмотрения заслуживает параметр ψ , который определяется нами как коэффициент диффузии или проникновения одной системы в другую. Численно он принимает значения от 0 до 1. Его определение, как показано было выше, является одной из основных проблем в описании инновационных процессов.

В работе [Кобзева А.Г., 2017] выявлено, что для системы традиционного технологического уклада, к которой относится металлургическая отрасль, его значение не превышает 0,52 или 52%. Однако, определив верхнюю границу данного показателя, в действительности интервал не показывает истинного значения, поэтому моделирование проводилось при различных значениях коэффициента диффузии. Результаты расчетов представлены на рисунке, где практически прямая линия повторяет результаты исследования [Кобзева А.Г., Ляхова Н.И., Гришин А.А., 2017] и характеризует изменение финансового потенциала инновационной среды.

Сопоставляя данные рисунка и ранее проведенные нами исследования, можно сделать вывод о том, что наличие инновационной среды, даже слабо затрагивающей производственную сферу, предопределяет положительную динамику в производственной сфере. Так, при значениях коэффициента диффузии от 0 до 5%, при котором, по нашему мнению, отсутствует целенаправленное внедрение инноваций в производственную сферу, динамика показателя, характеризующего изменение финансовых ресурсов, положительна, что отличается от данных, полученных в работе [Кобзева А.Г., Ляхова Н.И., Гришин А.А., 2017], где наблюдались отрицательные относительные показатели изменения финансового потенциала. Увеличение доли инновационных процессов в производственной сфере способствует росту данного показателя.

Однако интересным представляется последний график, представленный на рисунке. Он показывает, что при приближении коэффициента диффузии к своим максимальным значениям его влияние демонстрирует разнонаправленную динамику. Взрывной рост в начале временного интервала, наличие практически прямого участка в дальнейшем приводит к спаду. Это свидетельствует о том, что, например, инновационная технология, внедренная в производственный процесс, начинает снижать свой вклад в развитие системы, что можно сравнить с общей экономической закономерностью снижения отдачи от инвестиций в основной капитал [Титов А.Б., Ваганова О.В., 2016]. Таким образом, можно сказать, что для производственной среды оптимальная доля влияния инновационной среды лежит в диапазоне от 20 до 30%. При этом можно наблюдать положительное последовательное развитие системы, исключая резкие колебания параметров. Увеличение степени влияния выше 50% может резко изменить саму производственную систему. По нашему мнению, в такой ситуации производственная система трансформируется в инновационно-производственную, что требует другого подхода к ее описанию и разработки соответствующего нового состоянию математического описания, которое отличается от описания производственных систем.

Заключение

Подводя итог рассмотрению вопросов, связанных с изучением влияния инновационной среды на результаты деятельности производственных объектов, в данной работе рассчитаны показатели, характеризующие степень влияния инновационной среды на производственную сферу. Показано, что при наличии инновационной среды, которая может слабо затрагивать отдельные предприятия, тем не менее наблюдается её положительное влияние. Определен оптимальный уровень проникновения инноваций в традиционные

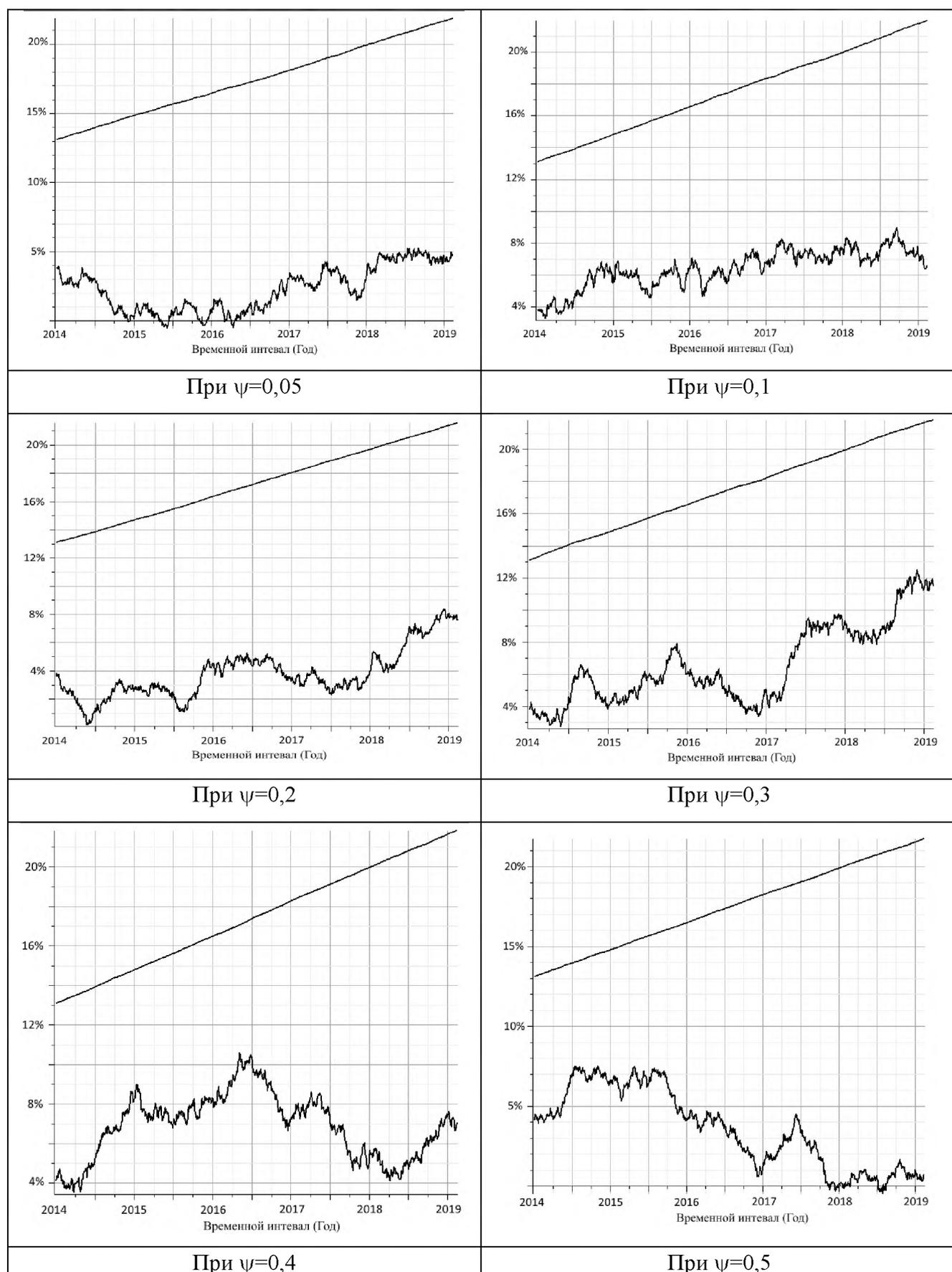


Рис. 1. Результаты расчетов взаимодействия производственной и инновационной среды при различных значениях коэффициента диффузии

Fig. 1. Results of calculations of interaction of the production and innovative environment at various values of coefficient of diffusion



сектора экономики, который не вызывает резких изменений в результатах экономической деятельности и составляет 20–30%. В заключении отметим, что определенные нами показатели диффузии инноваций относятся только к металлургической отрасли, в других отраслях экономики данные показатели могут принимать другие значения.

Список литературы References

1. Гурков, И.Б. Инновации в российской промышленности: создание, диффузия и реализация новых технологий и социальных практик / И.Б. Гурков, В.С. Тубалов // Мир России. – 2004. – Т. XIII, № 3. – С. 28–47.
Gurkov, I.B. Innovatsii v rossiyskoy promyshlennosti: sozdaniye, diffuziya i realizatsiya novykh tekhnologiy i sotsialnykh praktik / I.B. Gurkov, V.S. Tubalov // Mir Rossii. – 2004. – T. XIII, № 3. – S. 28–47.
2. Занг, В.-Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории: пер. с англ. / В.-Б. Занг. – М.: Мир, 1999. – 335 с.
Zang, V.-B. Sinergeticheskaya ekonomika. Vremya i peremenu v nelineynoy ekonomicheskoy teorii: per. s angl. / V.-B. Zang. – M.: Mir. 1999. – 335 s.
3. Инновационное развитие промышленного кластера / А.Б. Анисифоров [и др.]; под ред. И.В. Ильина, Г.Ю. Силкиной. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 344 с.
Innovatsionnoye razvitiye promyshlennogo klastera / A.B. Anisiforov [i dr.]; pod red. I.V. Ilina, G.Yu. Silkinoy. – SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta. 2012. – 344 s.
4. Кобзева, А.Г. Анализ состояния инновационной среды предприятия/ А.Г. Кобзева// Интернет-журнал «Науковедение». Том 9, № 1 (2017). URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/25EVN117.pdf>.
Kobzeva, A.G. Analiz sostoyaniya innovatsionnoy sredy predpriyatiya/ A.G. Kobzeva// Internet-zhurnal «Naukovedeniye». Tom 9, № 1 (2017). URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/25EVN117.pdf>.
5. Кобзева, А.Г. Прогнозирование динамики развития инновационной среды на основе стохастических моделей/ А.Г. Кобзева, Н.И. Ляхова, А.А. Гришин // Современная научная мысль. № 2. 2017. С. 138–143.
Kobzeva, A.G. Prognozirovaniye dinamiki razvitiya innovatsionnoy sredy na osnove stokhasticheskikh modeley/ A.G. Kobzeva, N.I. Lyakhova, A.A. Grishin // Sovremennaya nauchnaya mysl. № 2. 2017. S. 138–143.
6. Кобзева, А.Г. Прогнозирование динамики развития производственной системы на основе стохастических моделей/ А.Г. Кобзева, Н.И. Ляхова, А.А. Гришин // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. № 2, (Ч.1). 2017. с. 113–118.
Kobzeva, A.G. Prognozirovaniye dinamiki razvitiya proizvodstvennoy sistemy na osnove stokhasticheskikh modeley/ A.G. Kobzeva, N.I. Lyakhova, A.A. Grishin // Konkurentosposobnost v globalnom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii. № 2, (Ch.1). 2017. s. 113–118.
7. Кузнецов, Д.Ф. Численное моделирование стохастических дифференциальных уравнений и стохастических интегралов/ Д.Ф. Кузнецов // СПб, Наука. 1999. – 436 с.
Kuznetsov, D.F. Chislennoye modelirovaniye stokhasticheskikh differentsialnykh uravneniy i stokhasticheskikh integralov/ D.F. Kuznetsov // SPb. Nauka. 1999. – 436 s.
8. Нельсон, Р. Эволюционная теория экономических изменений / Р. Нельсон, С. Уинтер. – М.: Дело, 2000. – 536 с.
Nelson, R. Evolyutsionnaya teoriya ekonomicheskikh izmeneniy / R. Nelson, S. Uinter. – M.: Delo. 2000. – 536 s.
9. Титов А.Б., Ваганова О.В. Некоторые аспекты функционирования региональной инновационной системы на примере Белгородской области// Известия Иркутской государственной экономической академии, 2016, Т. 26, № 4, С. 550–556.
Titov A.B., Vaganova O.V. Some aspects of the functioning of the regional innovation system (case study: Belgorod region)//News the Irkutsk state economic academy, 2016, T. 26, № 4, S. 550–556.
10. Ширяев, А.Н. Основы стохастической финансовой математики в 2-х томах. М.: ФАЗИС. 1998.
Shiryayev, A.N. Osnovy stokhasticheskoy finansovoy matematiki v 2-kh tomakh. M.: FAZIS. 1998.
11. Cowan, R. Network Structure and the Diffusion of Knowledge / R. Cowan, P. Jonard // Journal of Economic Dynamics and Control. – 2004. – V. 8, № 28. – P. 1557–1575.
12. Freeman Ch., Soete L. The Economics of Industrial Innovation. – 3-е изд. – Psychology Press, 1997. – 470 p.
13. Rogers, E.M. Diffusion of Innovations (4thed.) / E.M. Rogers. – New-York: The Free Press, 1983.