
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ

УДК 338.24

*В.М. Дуплякин, Е.А. Драгун**

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ ВРЕМЕННЫХ ЛАГОВ

В статье проведен эконометрический анализ факторов, оказывающих значительное влияние на инновационное развитие Самарской области. На основе метода корреляционного анализа данных и использования лаговых переменных среди исследованных показателей были отобраны факторы, имеющие наиболее сильное влияние на инновационное развитие региона, и факторы, имеющие запаздывающий эффект влияния. На основании полученных результатов выявлены статистически значимые факторы и лаговые переменные, наиболее обоснованные для планируемых программ инновационного развития Самарской области.

Ключевые слова: Самарская область, инновационный потенциал региона, инновационные показатели, региональные факторы инновационной активности, эконометрический анализ данных, корреляционный анализ, лаговые переменные.

В настоящее время успешное социально-экономическое развитие российских регионов возможно только при создании благоприятных условий для функционирования и развития инновационной сферы, повышении конкурентоспособности региональных наукоемких отраслей и эффективном управлении инвестиционной деятельностью. Определяющим фактором развития инновационной системы в регионе является успешная реализация государственных, федеральных и региональных программ.

Для комплексной оценки эффективности используемого программно-целевого подхода и уровня инновационного развития необходим детальный анализ системы статистических показателей, характеризующих социально-экономическое функционирование регионов, включая инновационную активность.

Цель данной работы заключается в выявлении экономических показателей, оказывающих наибольшее влияние на уровень развития инновационной деятельности в Самарской области, при использовании метода корреляционного анализа факторов. Поскольку реализация инновационных мероприятий и получаемые инновационные результаты разделяются некоторым временным промежутком, в статье на основе обработки статистических данных выполнена оценка лаговых переменных, характеризующих этот эффект для каждого из рассматриваемых факторов.

Вопросы корреляционного анализа факторов, влияющих на уровень инновационного развития в регионах, представлены в работах Л.С. Шеховцевой и В.В. Грушниковой [1], А.М. Ильшева и В.Ю. Путилина [2], О.Ю. Худяковой и Е.Ю. Орловой [3]. Построению экономико-математической модели управления инновационной деятельностью на примере промышленных предприятий Нижегородской области с использованием временных рядов и лаговых переменных посвящена работа

* © Дуплякин В.М., Драгун Е.А., 2016

Дуплякин Вячеслав Митрофанович (v.duplyakin@gmail.com), *Драгун Елизавета Алексеевна* (kafesop@mail.ru), кафедра экономики инноваций, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Н.С. Соменкова и М.С. Тихова [4]. В работе И.В. Трегуба [5] также проанализированы основные показатели развития рынка телекоммуникаций, с использованием временных рядов и лагов. Несмотря на наличие публикаций, посвященных корреляционно-регрессионному анализу экономических показателей, имеет место недостаточная изученность факторов инновационного развития Самарской области при использовании лаговых переменных.

Корреляционный анализ позволяет определить тесноту и направление связи между зависимой величиной Y и независимыми величинами X_1, X_2, \dots, X_n . В общем виде коэффициент корреляции вычисляется по формуле 1 :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{j=1}^n (Y_j - \bar{Y})^2}} \quad (1)$$

где X_i – значение переменной X ; Y_i – значение переменной Y ; \bar{X} – среднее значение переменной X ; \bar{Y} – среднее значение переменной Y [6].

Во многих экономических задачах, связанных с инновационным развитием, при использовании корреляционного анализа данных есть необходимость применять лаговые переменные. Таким образом, переменная Y_t , может зависеть не только от переменной X_t , но и от $X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-n} \dots$ т. е. эндогенная переменная реагирует на изменение экзогенной переменной с определенным лагом. К примеру, объем производства может зависеть не только от инвестиций в период t , но и от вложений в периоды $t-1, t-2$ и т. д. Уравнение модели распределенных лагов имеет следующий вид:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t + \beta_3 x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

где y_t – значение эндогенной переменной в период t ; x_t, x_{t-1} – значения экзогенных переменных в период $t, t-1$; ε_t – вектор ошибок [7, с. 265].

В данной работе в качестве эндогенной переменной был выбран показатель объема произведенных инновационных товаров, работ и услуг. В качестве экзогенных переменных были выбраны 14 показателей (табл. 1), характеризующих инвестиционный, образовательный, научно-технический и кадровый потенциалы инновационного развития Самарской области.

Таблица 1

Перечень показателей, используемых в анализе инновационного развития Самарской области

Показатель	Обозначение
Объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб.	Y
Предприятия, специализирующиеся на НИОКР, ед.	$X1$
Численность персонала, занятого НИОКР, чел.	$X2$
Численность исследователей с учеными степенями, чел.	$X3$
Внутренние издержки на НИОКР, млн руб.	$X4$
Внутренние издержки на теоретические исследования, млн руб.	$X5$
Внутренние издержки на практические исследования, млн руб.	$X6$
Внутренние текущие издержки на научные разработки, млн руб.	$X7$
Количество поданных патентных заявок, ед.	$X8$
Количество выданных патентов, ед.	$X9$
Разработанные передовые производственные технологии, ед.	$X10$
Используемые передовые производственные технологии, ед.	$X11$
Доля предприятий, осуществлявших инновации, %	$X12$
Издержки на технологические инновации, млн руб.	$X13$
Относительное содержание инновационных продуктов, в общем числе произведенных товаров, %	$X14$

На основе официальных статистических данных [8] проанализирована динамика изменения перечисленных показателей с 2000 по 2015 год. На рис. 1 представлены объем и доля инновационных продуктов, по этим показателям видно, что они имеют схожие тенденции.

Снижение показателей объема и доли инновационной продукции наблюдалось в 2002–2003 гг. и 2009–2010 гг., а рост – в 2004–2008 гг. и в 2011–2015 гг. Доля организаций, осуществляющих инновационную деятельность, уменьшилась с 25 % в 2000 г. до 5 % в 2015 г.

Резкое увеличение издержек на технологические инновации произошло в 2012 году и за 15 лет возросло на 60 млн руб. Внутренние издержки на НИОКР уменьшались в 2008 г. и в 2013 г. (рис. 3).

На рис. 4 видно, что доля затрат на прикладные исследования значительно превышает затраты на фундаментальные исследования. Хотя в 2008 г. резко возросли затраты именно на фундаментальные исследования.

За период с 2000 по 2015 г. количество поданных патентных заявок и выданных патентов было неравномерным и находилось в диапазоне от 800 до 1100 (поданные патентные заявки) и от 500 до 1000 (выданные патенты) (рис. 5).

Несмотря на то что динамика количества используемых передовых технологий имеет тенденции роста (с 2900 ед. в 2000 г. до 8600 ед. в 2015 г.), количество разработанных производственных технологий снижается за исследуемый период на 63 % (рис. 6).



Рис. 1. Объем и доля инновационных товаров; доля предприятий, занимающихся инновационной деятельностью в Самарской области, в 2000–2014 гг.



Рис. 2. Динамика численности персонала и количество предприятий, в сфере НИОКР в Самарской области, чел., ед.



Рис. 3. Динамика изменения затрат на НИОКР, млн руб.



Рис. 4. Динамика текущих издержек на исследования и численность исследователей с учеными степенями, чел., млн руб.

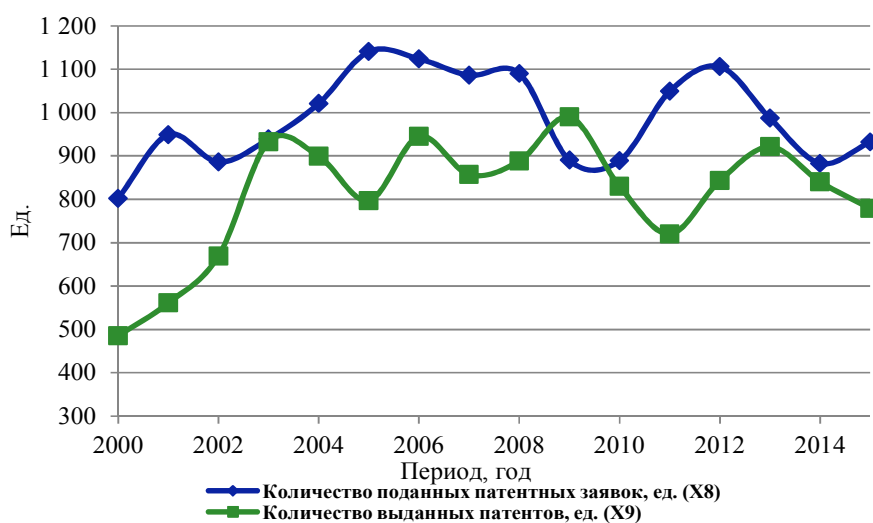


Рис. 5. Кол-во поданных патентных заявок и выданных патентов, ед.

Далее были рассчитаны коэффициенты корреляции между зависимой переменной и 14 независимыми показателями с использованием формулы (1) (табл. 2). Согласно результатам корреляционного анализа, высокую парную корреляцию с экзогенной переменной имеют показатели: внутренние издержки на прикладные исследования, млн руб. (X_6), внутренние издержки на НИОКР, млн руб. (X_4), внутренние текущие издержки на научные разработки, млн. руб. (X_7), и используемые передовые производственные технологии, ед. (X_{11}).

Слабую линейную связь с объемом инновационной продукции имеют следующие эндогенные факторы: количество поданных патентных заявок, ед. (X_8), и количество выданных патентов, ед. (X_9).

Нелинейную сильную связь с зависимой переменной имеют показатели: доля предприятий, осуществлявших инновации, % (X_{12}), и численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, чел. (X_2).



Рис. 6. Разработанные и используемые передовые производственные технологии, ед.

Таблица 2

Расчет парных коэффициентов корреляции (r_{xy})

Показатель	r_{xy}
X_6	0,932
X_4	0,925
X_7	0,906
X_{11}	0,896
X_{13}	0,835
X_{14}	0,737
X_5	0,619
X_1	0,608
X_8	0,336
X_9	0,334
X_3	-0,602
X_{10}	-0,661
X_2	-0,854
X_{12}	-0,865

Далее были вычислены парные коэффициенты корреляции для исследуемых показателей с использованием заданных лагов: 1, 2, 3, 4 и 5 лет. Результаты расчетов и отклонений коэффициентов корреляции с учетом временных лагов от рассчитанного коэффициента без лага (Δt_n) представлены в таблицах 3, 4.

Таблица 3

Расчет коэффициентов корреляции с использование лаговых переменных

Обозначение	$r(t=0)$	$r(t=1)$	$r(t=2)$	$r(t=3)$	$r(t=4)$	$r(t=5)$
X6	0,932	0,911	0,854	0,784	0,788	0,885
X4	0,925	0,937	0,891	0,829	0,764	0,745
X7	0,906	0,935	0,911	0,813	0,717	0,682
X11	0,896	0,908	0,907	0,906	0,841	0,732
X13	0,835	0,718	0,582	0,393	0,292	0,276
X14	0,737	0,718	0,602	0,473	0,318	0,360
X5	0,619	0,405	0,324	0,518	0,697	0,639
X1	0,608	0,358	0,033	0,026	0,262	0,335
X8	0,336	0,348	0,306	0,204	0,042	0,067
X9	0,334	0,415	0,555	0,539	0,485	0,480
X3	-0,602	-0,625	-0,652	-0,509	-0,311	-0,335
X10	-0,661	-0,699	-0,810	-0,772	-0,736	-0,756
X2	-0,854	-0,828	-0,834	-0,875	-0,854	-0,764
X12	-0,865	-0,835	-0,873	-0,903	-0,807	-0,577

Таблица 4

Динамика изменения коэффициентов корреляции с использование лаговых переменных

Обозначение	$r(t=0)$	$\Delta(t1/t0)$	$\Delta(t2/t0)$	$\Delta(t3/t0)$	$\Delta(t4/t0)$	$\Delta(t5/t0)$
X6	0,932	-2 %	-9 %	-16 %	-15 %	-5 %
X4	0,925	1 %	-3 %	-10 %	-18 %	-19 %
X7	0,906	3 %	1 %	-10 %	-21 %	-24 %
X11	0,896	1 %	1 %	1 %	-6 %	-18 %
X13	0,835	-14 %	-30 %	-53 %	-65 %	-67 %
X14	0,737	-2 %	-17 %	-36 %	-57 %	-51 %
X5	0,619	-34 %	-48 %	-16 %	12 %	3 %
X1	0,608	-41 %	-95 %	-96 %	-57 %	-45 %
X8	0,336	3 %	-9 %	-39 %	-88 %	-80 %
X9	0,334	25 %	67 %	62 %	45 %	44 %
X3	-0,602	4 %	8 %	-16 %	-48 %	-44 %
X10	-0,661	6 %	23 %	17 %	11 %	15 %
X2	-0,854	-3 %	-2 %	3 %	0 %	-10 %
X12	-0,865	-4 %	1 %	4 %	-7 %	-33 %

Наибольшее отклонение на первом лаге имеют показатели внутренних текущих издержек на НИОКР (3 %) и количества поданных патентных заявок (3 %). На втором лаге – показатели разработанных передовых производственных технологий (28 %) и численности исследователей с учеными степенями (8 %). На третьем и четвертом лаге – показатели удельного веса предприятий, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации (4 %) и внутренних текущих издержек на теоретические исследования (12 %).

Показатели внутренних текущих издержек на прикладные исследования, затрат на технологические инновации, доли объема инновационных товаров и количества организаций, выполнявших НИОКР, не продемонстрировали увеличение коэффициента корреляции при использовании временных лагов (табл. 5). Это означает, что на изменение данных переменных, показатель объема произведенных инновационных товаров «реагирует» в течение одного года.

С остальными показателями зависимая переменная имеет более тесную линейную связь при лагах от одного до четырех лет. Относительные увеличение коэффициента корреляции при использовании временных лагов рассчитаны в таблице 5 (Δ).

Таблица 5

**Классификация показателей инновационного развития Самарской области
с учетом временных лагов**

Лаг	Показатель	r max	Δ
r_{xy} (t=0)	Внутренние издержки на теоретические исследования, млн руб.	0,932	0 %
	Издержки на технологические инновации, млн руб.	0,835	0 %
	Объем инновационных товаров, работ, услуг, млн руб.	0,737	0 %
	Организации, выполнявшие НИОКР, ед.	0,608	0 %
r_{xy} (t=1)	Внутренние издержки на НИОКР, млн руб.	0,937	1 %
	Внутренние текущие издержки на НИОКР, млн руб.	0,935	3 %
	Количество поданных патентных заявок, ед.	0,348	3 %
r_{xy} (t=2)	Используемые передовые производственные технологии, ед.	0,907	1 %
	Количество выданных патентов, ед.	0,555	67 %
	Численность исследователей с учеными степенями, чел.	-0,652	8 %
	Разработанные передовые производственные технологии, ед.	-0,810	23 %
r_{xy} (t=3)	Численность персонала, занятого НИОКР, чел.	-0,875	3 %
	Предприятия, специализирующиеся на НИОКР, ед.	-0,903	4 %
r_{xy} (t=4)	Внутренние текущие издержки на теоретические исследования, млн руб.	0,697	12 %

Проведенный анализ показывает, что не все исследуемые переменные одинаково влияют на объем произведенного инновационного продукта. Показатели внутренних затрат на научные исследования и разработки и количество поданных патентных заявок влияют с лагом в один год; разработанные и используемые передовые производственные технологии – с лагом в 2 года; внутренние текущие затраты на фундаментальные исследования – с лагом в 4 года. С лагом в 5 лет не было выявлено ни одного показателя, влияющего на зависимую переменную.

Показатели численности персонала, занятого научными исследованиями и разработками, исследователей с учеными степенями, количество разработанных производственных технологий и удельный вес организаций, осуществляющих технологические, организационные, маркетинговые инновации, имеют отрицательную линейную зависимость с эндогенной переменной, что выглядит на первый взгляд нелогично и требует дополнительного анализа.

Таким образом, проведенный анализ позволяет перейти к построению эффективных экономико-математических моделей инновационного развития Самарской области, используя выявленные статистически значимые факторы и лаговые переменные и тем самым повысить обоснованность планируемых программ инновационного развития Самарской области.

Библиографический список

1. Шеховцева Л.С., Грушников В.В. Влияние инновационных факторов на развитие регионов в России // Вестник Балтийского Федерального университета им. И. Канта. Сер.: Гуманитарные и общественные науки. 2013. № 3. С. 124–129.
2. Илышев А.М., Путилина В.Ю. Альтернативные подходы к измерению инновационной активности в регионе // Экономический анализ: теория и практика. 2007. № 12. С. 15–25.
3. Худякова О.Ю., Орлова Е.Ю. Моделирование динамики показателей, характеризующих научно-исследовательский комплекс России // Вестник Международного института экономики и права. 2011. № 3(4). С. 34–39.

4. Соменкова Н.С., Тихов М.С. Модели временных рядов в управлении инновационной деятельностью промышленных предприятий // Экономические науки Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2013. № 2 (1). С. 220–223.
5. Трегуб А.В., Трегуб И.В. Методика прогнозирования основных показателей развития отраслей российской экономики // Лесной вестник. 2014. № 4. С. 231–236.
6. Елисеева И.И. Эконометрика: учебник. М.: Финансы и статистика, 2005. 576 с.
7. Магнус Я.Р., Катышев П.К. Эконометрика. Начальный курс. М.: Дело, 2004.
8. Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/wps/wcp/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/regional_statistics (дата обращения: 01.12.2016).

References

1. Shehovtseva L.S., Grushnikov V.V. *Vliianie innovatsionnykh faktorov na razvitie regionov v Rossii* [The impact of innovation factors on the development of regions in Russia]. *Vestnik Baltiiskogo Federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: gumanitarnye i obshchestvennye nauki* [IKBFU's Vestnik. Ser. The Humanities and Social Sciences], 2013, no. 3, pp. 124–129 [in Russian]
2. Pyshev A.M., Putilina V.Yu. *Al'ternativnye podkhody k izmereniiu innovatsionnoi aktivnosti v regione* [Alternative approaches to the measurement of innovative activity in the region]. *Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika* [Economic analysis: theory and practice], 2007, no. 12, pp. 15–25 [in Russian]
3. Khudyakova O.Yu., Orlova E.Yu. *Modelirovanie dinamiki pokazatelei, kharakterizuiushchikh nauchno-issledovatel'skii kompleks Rossii* [Modeling of dynamics of indicators characterizing the scientific research complex of Russia]. *Vestnik mezhdunarodnogo instituta ekonomiki i prava* [Herald of the International Institute of Economics and Law], 2011, no. 3(4), pp. 34–39 [in Russian]
4. Somenkova N.S., Tikhov M.S. *Modeli vremennykh riadov v upravlenii innovatsionnoi deiatel'nost'iu promyshlennykh predpriiatii* [Time series model in innovation management of industrial enterprises]. *Ekonomicheskie nauki Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo* [Economics. Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod], 2013, no. 2(1), pp. 220–223 [in Russian]
5. Tregub A.V., Tregub I.V. *Metodika prognozirovaniia osnovnykh pokazatelei razvitiia otraslei rossiiskoi ekonomiki* [Methods of forecasting of basic indicators of development of branches of Russian economy]. *Lesnoi vestnik* [Forestry Bulletin], 2014, no. 4, pp. 231–236 [in Russian].
6. Eliseeva I.I. *Ekonometrika: Uchebnik* [Econometrics: Textbook]. М.: Finansy i statistika, 2005, 576 p. [in Russian]
7. Magnus Ya.R., Katyshev P.K. *Ekonometrika. Nachal'nyi kurs* [Econometrics. Initial course]. М.: Delo, 2004 [in Russian]
8. *Federal'naia sluzhba gosudarstvennoi statistiki* [Federal State Statistics Service]. Retrieved from: http://www.gks.ru/wps/wcp/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/regional_statistics/ (accessed 01.12.2016) [in Russian]

*V.M. Duplyakin, E.A. Dragun**

ANALYSIS OF FACTORS OF INNOVATIVE ACTIVITY OF ORGANIZATIONS OF THE SAMARA REGION WITH THE USE OF TIME LEGS

The article contains an econometric analysis of factors, which have a significant impact on the innovative development of the Samara Region. Based on the method of correlation analysis of data and lag variables, we determined the factors having the strongest impact on the innovative development of the region, and factors, which have a delayed effect of influence. Based on the findings, in an article prepared for the study of innovative activity in the Samara Region.

Key words: Samara Region, innovative potential of the region, innovative indicators, regional factors of innovation activity, econometric analysis of data, correlation analysis, lag variables.

Статья поступила в редакцию 15/XII/2016.
The article received 15/XII/2016.

* Duplyakin Vyacheslav Mitrofanovich (v.duplyakin@gmail.com), Dragun Elizaveta Alexeevna (kafecon@mail.ru), Department of Economics of Innovations, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.