

УДК 33

DOI 10.36511/2588-0071-2019-3-10-15

Богатырёв Андрей Владимирович

доктор экономических наук, профессор кафедры управления
Нижегородская академия МВД России (603950, Нижний Новгород, Анкудиновское шоссе, 3)

Andrey V. Bogatyrev

doctor of sciences (economy), professor of the department of management
Nizhny Novgorod academy of the Ministry of internal affairs of Russia (3 Ankudinovskoye shosse, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603950)

E-mail: 9103879512z@gmail.com

Бубнова Оксана Юрьевна

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, информатики и информационных технологий
Нижегородская академия МВД России (603950, Нижний Новгород, Анкудиновское шоссе, 3)

Oksana Yu. Bubnova

candidate of physico-mathematical sciences, associate professor of the department of mathematics, computer science and information technology
Nizhny Novgorod academy of the Ministry of internal affairs of Russia (3 Ankudinovskoye shosse, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603950)

E-mail: bubnovaoyu@mail.ru

**Опыт факторного анализа
инновационной активности региона**

**Experience of factor analysis
of innovative activity of the region**

На основе данных официальной статистической отчетности проведен факторный анализ показателей инновационной активности в Нижегородской области за 2012–2016 годы. На основе выявленных зависимостей между показателями инновационной активности предложена математическая модель прогнозирования рассмотренных показателей.

Ключевые слова: инновационная активность в регионе, нанотехнологии, виды экономической деятельности, математическая статистика, факторный и результативные признаки, анализ значимости коэффициентов.

On the basis of official statistical reporting data, the factor analysis of innovation activity indicators in the Nizhny Novgorod region for 2012–2016

© Богатырёв А.В., Бубнова О.Ю., 2019

was carried out. On the basis of the revealed dependences between indicators of innovative activity the mathematical model of forecasting of the considered indicators is offered.

Keywords: innovative activity in the region, nanotechnology, economic activities, mathematical statistics, factor and performance characteristics, analysis of the significance of coefficients.

Основной проблемой в организациях Нижегородской области остается довольно высокий срок использования передовых производственных технологий (ППТ) на предприятиях – больше половины используемых технологий находятся в эксплуатации 6 и более лет, а по отдельным видам экономической деятельности доля таких технологий превышает 60%. Как правило, проблема привлечения средств и сложность в оценке положительного эффекта от модернизации становятся сдерживающими факторами инновационной восприимчивости и технологического обновления предприятий.

В современных экономических условиях движущей силой инновационного развития является конкуренция, и функционирование любой организации напрямую зависит от способности оперативно удовлетворять потребительский спрос. Предпринимателям необходимо выбирать более совершенные способы развития, обеспечивающие выгодные позиции на рынках сбыта, их удержание или расширение. Здесь важную роль играет качество и доступность выпускаемой продукции, техническая оснащенность предприятия и новизна оборудования, а также уровень используемых технологий [1].

С использованием методов математической статистики получены уравнения зависимости рассматриваемых факторных и результативных признаков, оценены коэффициенты уравнений, которые находятся по выборочным данным, определена значимость уравнений и сделан вывод о том, можно ли по этим уравнениям построить прогноз [2]. Кроме того, оценена значимость построенных уравнений в целом. Предполагается, что зависимость между результативным и факторным признаком линейная, поскольку коэффициенты уравнений связи являются величинами случайными, то проводится еще анализ значимости этих коэффициентов [3].

Таблица 1

**Число организаций, выполнявших исследования и разработки,
по секторам деятельности (ед.)**

Показатели/период	2012	2013	2014	2015	2016
Число организаций, выполнявших исследования и разработки (всего)	87	96	93	101	97
в том числе по секторам деятельности:					
государственный	17	18	17	17	16
предпринимательский	56	55	53	54	54
высшего образования	14	23	23	30	27

Таблица 2

Данные связи количества разработанных нанотехнологий с числом организаций, разрабатывавших нанотехнологии

	X число организаций, разрабатывавших нанотехнологии (ед.)	Y количество разработанных нанотехнологий (ед.)
2012	2	7
2013	1	3
2014	3	4
2015	5	18
2016	5	13

Рассчитывая параметры линейного уравнения регрессии с помощью метода наименьших квадратов, получим уравнение: $\hat{y}_x = -1 + 3,125x$, по которому можно сделать вывод, что с увеличением на одну организацию числа организаций, разрабатывавших нанотехнологии, количество разработанных нанотехнологий увеличивается в среднем на 3 единицы.

По полученному уравнению регрессии и коэффициенту корреляции можно сделать вывод, что признаки находятся в тесной линейной зависимости. Фактическое значение критерия Фишера, позволяющего оценить статистическую значимость уравнения регрессии в целом, составляет 10,1351.

По таблице распределения Фишера – Снедекора определяется $F(\alpha, k_1, k_2) = 10,1279$, где α – уровень значимости, $k_1 = m - 1$ и $k_2 = n - m - 1$ – степени свободы, n – количество параметров уравнения регрессии ($m = 2$), n – количество наблюдений.

Поскольку $F \geq F_{\text{табл}}(\alpha, k_1, k_2)$, то построенное уравнение линейной регрессии значимо.

Произведем расчет ошибки параметров линейной регрессии и коэффициента корреляции.

Введем обозначения:

$$m_b = \frac{s_{\text{ост}}}{s_x \sqrt{n}} - \text{стандартная ошибка коэффициента } b, t_b = \frac{b}{m_b},$$

$$m_a = s_{\text{ост}} \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{s_x \sqrt{n}} - \text{стандартная ошибка коэффициента } a, t_a = \frac{a}{m_a}.$$

Уравнение парной линейной регрессии или коэффициент регрессии b значимы на уровне α , если фактически наблюдаемое значение $|t_b| = \left| \frac{b}{m_b} \right|$ больше критического (по абсолютной величине), то есть:

- если $|t_b| \geq t_{\text{табл}}(1-\alpha, n-2)$, то коэффициент b статистически значим;
- если $|t_b| < t_{\text{табл}}(1-\alpha, n-2)$, то коэффициент b статистически незначим.

Коэффициент регрессии a значим на уровне α , если фактически наблюдаемое значение $|t_a| = \left| \frac{a}{m_a} \right|$ больше критического (по абсолютной величине), то есть:

- если $|t_a| \geq t_{\text{табл}}(1-\alpha, n-2)$, то коэффициент a статистически значим;
- если $|t_a| < t_{\text{табл}}(1-\alpha, n-2)$, то коэффициент a статистически незначим.

На основании критерия Стьюдента можно сделать вывод, что исследуемые параметры значимы.

Связь между числом организаций, разрабатывающих нанотехнологии, и количеством разработанных нанотехнологий прямая и достаточно сильная. Доля вариации количества разработанных нанотехнологий от числа организаций составляет 77,16%, на долю прочих факторов приходится лишь 22,84%. Связь между этими признаками описывается статистически значимым уравнением парной линейной регрессии, а значит, можно будет осуществлять некий прогноз для результативного признака – разработанных нанотехнологий и рассчитывать доверительные интервалы для прогнозного значения.

В таблице 3 представлены данные за 2012–2016 год по числу организаций, осуществлявших инновационную деятельность по видам экономической деятельности и количеству отгруженных товаров собственного производства (выполненных собственными силами работ и услуг).

Таблица 3

**Параметры для статистического анализа
внешнеэкономической деятельности предприятий
Нижегородской области**

	X число организаций, осуществлявших инновационную деятельность по видам экономической деятельности (всего) (ед.)	Y отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами (млн руб.)
2012	150	894 263,9
2013	160	952 414,3
2014	152	1 013 330,5
2015	138	1 177 167,2
2016	140	1 351 243,4

Коэффициент корреляции $r_{xy} = 0,7888$, что говорит о том, что между X и Y существует достаточно сильная линейная зависимость, $R^2 = 0,6221$, то есть 62,21% изменчивости Y (отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами (млн руб.)) объясняется X (числом организаций, осуществляющих инновационную деятельность по видам экономической деятельности). Вероятность того, что полученное уравнение парной линейной регрессии $\hat{y}_x = 3474019,453 - 16191,45671x$ можно отвергнуть, составляет 11,27%. С вероятностью 4,86% можно говорить о незначимости коэффициента a уравнения регрессии и с вероятностью 11,27% о незначимости коэффициента b. Таким образом, полученное уравнение будем считать статистически значимым и будем говорить о том, что на его основе можно строить прогнозные значения результативного признака.

Теперь рассмотрим связь между числом организаций, разрабатывавших ППТ, и количеством разработанных ППТ всего (табл. 4).

Таблица 4

**Данные для анализа взаимосвязей между показателями
внешнеэкономической деятельности предприятий
Нижегородской области**

	X число организаций, разрабатывавших ППТ (ед.)	Y разработанные ППТ всего (ед.)
2013	46	65
2014	41	76
2015	34	64
2016	37	61

Производя расчет аналогичных коэффициентов в предположении линейной зависимости между признаками можно убедиться, что эта зависимость слабая и лишь 9,79% изменчивости Y (разработанных ППТ всего) объясняется X (числом организаций, разрабатывающих ППТ). Вероятность того, что полученное уравнение парной линейной регрессии можно отвергнуть, составляет 68,69%. Таким образом, пользоваться для определения каких-либо прогнозных значений для разработанных ППТ от числа организаций, разрабатывающих ППТ, моделью парной линейной регрессии нельзя, поскольку она является статистически незначимой.

Проведенный анализ позволяет сформулировать следующие выводы.

Инновационный потенциал региона в целом и отдельного предприятия в частности формируется под влиянием большого числа факторов: уровень нормативно-правового регулирования, кадровая политика, инфраструктура (в т. ч. инновационная). В совокупности эти и другие факторы формируют инновационный потенциал, в том числе определяют число предприятий и организаций, разрабатывающих ППТ.

Система факторов, оказывающих влияние на инновационный потенциал как региона, так и отдельного предприятия, определяет в итоге уровень инновационного развития, который, с одной стороны, формируется через реализацию инновационного потенциала, с другой стороны, выражается через инновационную активность, которую формирует реализованный потенциал.

Проведенный в работе анализ возможности применения статистического анализа взаимосвязей между показателями инновационной активности региона может быть существенно расширен в части анализа взаимовлияния и взаимозависимостей, характерных для показателей инновационной деятельности. При этом главной гипотезой дальнейших исследований в указанной предметной области является следующее: для эффективного прогнозирования показателей инновационной деятельности региона и предприятий необходимо использование системы анализа большого числа факторов, необходим мониторинг инновационной деятельности, сопоставление его показателей по регионам и отдельным предприятиям.

Примечания

1. Ефимычев Ю.И., Богатырёв А.В. Применение элементов технико-экономического анализа при оценке эффективности внедрения малоотходных производств // *Экономический анализ: теория и практика*. 2009. № 26 (155). С. 8–12.

2. Богатырёв А.В., Бубнова О.Ю., Черных Е.Е. Статистический анализ внешне-торговых операций предприятий и организаций (на примере Нижегородской области) // *Инновационные кластеры цифровой экономики: драйверы развития: труды научно-практической конференции с международным участием* / под ред. А.В. Бабкина. СПб., 2018. С. 319–326.

3. Bogatyrev A., Igoshev A.K., Ovchinnikov V., Kobzev V.V. The model of ROE for the management company of the electronic industry // *Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies: the conference proceedings*. St. Petersburg, 2017. Pp. 473–479.

References

1. Efimychev Yu.I., Bogatyrev A.V. Application of elements of the technical and economic analysis at an assessment of efficiency of introduction of low-waste productions. *Economic analysis: theory and practice*, 2009, no. 26 (155), pp. 8–12. (In Russ.)

2. Bogatyrev A.V., Bubnova O.Yu., Chernykh E.E. Statistical analysis of foreign trade operations of enterprises and organizations (on the example of Nizhny Novgorod region). *Innovative clusters of digital economy: drivers of development: proceedings of the scientific-practical conference with international participation* / ed. by A.V. Babkin. St. Petersburg, 2018. Pp. 319–326. (In Russ.)

3. Bogatyrev A., Igoshev A.K., Ovchinnikov V., Kobzev V.V. The model of ROE for the management company of the electronic industry. *Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies: the conference proceedings*. St. Petersburg, 2017. Pp. 473–479.