

Инструментарий оценки инновационной деятельности в регионах: корреляционно-регрессионный анализ

Regional innovation assessment toolkit: correlation-regression analysis

doi 10.26310/2071-3010.2021.267.1.009



С. Н. Митяков,
д. ф.-м. н., профессор, директор института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева
✉ smit@mail.ru

S. N. Mityakov,
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Director of the Institute of Economics and Management of the Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev



Е. С. Митяков,
д. э. н., доцент, профессор кафедры информатики, институт комплексной безопасности и специального приборостроения ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет»
✉ mityakov@mirea.ru

E. S. Mityakov,
Ph. D., Professor, Department of Informatics of the Institute of Integrated Security and Special Instrumentation of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «MIREA — Russian Technological University»



О. И. Митякова,
д. э. н., профессор, кафедра управления инновационной деятельностью, Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева

O. I. Mityakova,
Ph. D., Professor of the Department of Innovation Management, Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev



Г. Н. Яковлева,
старший преподаватель, кафедра цифровой экономики, Нижегородский государственный технический университет им. П. Е. Алексеева
✉ galangtu2009@yandex.ru

G. N. Yakovleva,
Senior Lecturer of the Department of Digital Economy, Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev

Статья продолжает цикл работ, посвященных инструментальным методам оценки инновационной деятельности в регионах страны. Рассмотрена целесообразность применения корреляционно-регрессионного анализа, который часто используется при обосновании зависимости одной переменной от другой. Даются определения некоторых понятий корреляционно-регрессионного анализа, приводится краткий обзор сфер их использования различными авторами для анализа экономических процессов. Проведен сравнительный корреляционный анализ индикаторов инновационной деятельности регионов России, используя данные по регионам страны за период с 2000 по 2019 гг. по индикаторам научной и инновационной деятельности, отвечающим за эффективность различных стадий инновационной деятельности. Построена модель множественной регрессии по ансамблю регионов, в которой в качестве выходного параметра выступает доля отгруженной инновационной продукции во всей отгруженной продукции промышленности. Показано, что при хороших вероятностях достоверного определения коэффициентов регрессии, наиболее адекватным является использование четырех входных параметров. При этом вариации выходного параметра лишь наполовину связаны с вариациями входных параметров. Остальная часть вариаций может объясняться индивидуальными особенностями инновационного развития регионов. В заключительной части работы проведен динамический анализ индикаторов в отдельных регионах, который выявил стохастическое распределение парных коэффициентов корреляции, что свидетельствует о том, что, несмотря на общую экономическую конъюнктуру, инновационные процессы протекают независимо. В отдельных регионах выделены корреляционные связи между отдельными индикаторами инновационной деятельности, причем с учетом временных лагов.

The article continues the cycle of works devoted to instrumental methods of assessing innovation activity in the regions of Russia. The paper considers the feasibility of using correlation and regression analysis, which is widely used in justifying the dependence of one variable on another. The article provides definitions of some terms of correlation and regression analysis, provides a brief overview of the areas of their use by various authors for the analysis of economic processes. The paper presents a comparative correlation analysis of indicators of innovation activity in Russian regions, using data for the period from 2000 to 2019. The article analyzes the indicators of scientific and innovative activity that characterize the effectiveness of various stages of innovation activity. The article presents a model of multiple regression for a set of regions, in which the output parameter is «The share of shipped innovative products in all shipped industrial products». It is shown that with good probabilities of reliable determination of regression coefficients, the most adequate is the use of four input parameters. In this case, the variations of the output parameter are only half related to the variations of the input parameters. The rest of the variations can be explained by the individual characteristics of the innovative development of the regions. In the final part of the paper, a dynamic analysis of indicators in individual regions is presented, which revealed a stochastic distribution of paired correlation coefficients, which indicates that, despite the general economic situation, innovation processes proceed independently. In some regions, correlations between individual indicators of innovation activity are identified, taking into account timelags.

Ключевые слова: инновационная деятельность, показатели инновационной деятельности, корреляционный анализ, уравнение регрессии, коэффициент детерминации, множественная регрессия.

Keywords: innovation activity, indicators of innovation activity, correlation analysis, regression equation, coefficient of determination, multiple regression.

Введение

Корреляционный анализ используется для определения тесноты взаимосвязи между временными рядами. В экономических исследованиях его инструментарий часто применяется при обосновании зависимости одной переменной

от другой. Следует, однако, подчеркнуть, что в этом случае необходимо, прежде всего, использовать здравый смысл при интерпретации результатов. Например, рост числа заболеваний COVID-19 коррелирует с числом врачей, привлеченных для их лечения. Здесь очевидно, что второй параметр зависит от первого, а не наоборот. Регрессионный анализ необходим

для определения функционального вида зависимости между временными рядами. Простая линейная регрессия использует модель линейной зависимости одной переменной от другой, множественная линейная регрессия — модель зависимости переменной от нескольких других.

В начале необходимо определить некоторые понятия корреляционно-регрессионного анализа, которые будут использованы нами для анализа [1].

Теснота линейной связи между двумя случайными переменными x и y определяется с помощью *коэффициента корреляции*

$$R_{xy}(j) = \frac{n \sum x_i y_{i+j} - \sum x_i \sum y_{i+j}}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y_{i+j}^2 - (\sum y_{i+j})^2}} \quad (1)$$

В общем случае выражение (1) представляет собой коэффициент кросскорреляции. Он позволяет определить тесноту линейной связи между временным рядом x и временным рядом y , который сдвинут по времени на величину j . При $j < 0$ ряд x отстает, а при $j > 0$ — опережает ряд y . При $j = 0$ моменты времени сравнения рядов совпадают, а функция (1) превращается в обычный коэффициент линейной корреляции Пирсона.

Модуль коэффициента корреляции может изменяться от 0 до 1. При этом, согласно шкале Чеддока, при его изменении от 0 до 0,3 наблюдается слабая корреляция, при изменении от 0,3 до 0,7 — средняя, а при изменении от 0,7 до 1 — высокая корреляция. Положительное значение коэффициента корреляции свидетельствует о наличии прямой связи, отрицательное — об обратной. При $x = y$ формула (1) превращается в коэффициент автокорреляции, который всегда равен 1 при $j = 0$.

Уравнение регрессии позволяет определить линейную зависимость между зависимой переменной y и независимой переменной x :

$$y = a_0 + a_1 x, \quad (2)$$

где a_i — коэффициенты линейной регрессии, которые определяются из условия минимизации суммы квадратов отклонений реальных данных от модельных значений. *Коэффициент детерминации* (R -квадрат), равный квадрату коэффициента корреляции, показывает, какая часть вариаций зависимой переменной y объясняется уравнением регрессии.

Множественная регрессия используется в том случае, когда требуется проанализировать связь между зависимой y и несколькими независимыми переменными x_i . Эту связь можно оценить с помощью линейного уравнения

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_m x_m, \quad (3)$$

где a_i — коэффициенты линейной регрессии, m — число независимых параметров.

Множественный коэффициент корреляции вычисляется с использованием матрицы парных коэффициентов корреляции. В простейшем случае, при $m = 2$ имеем:

$$R_{y, x_1, x_2} = \sqrt{\frac{R_{yx_1}^2 + R_{yx_2}^2 - 2R_{yx_1} R_{yx_2} R_{x_1 x_2}}{1 - R_{x_1 x_2}^2}}. \quad (4)$$

Множественный коэффициент детерминации, равный квадрату коэффициента корреляции, корректируется из-за наличия нескольких факторов, влияющих на результат. Для оценки адекватности влияния изменения этих факторов на изменение зависимой переменной используют скорректированный множественный коэффициент детерминации, определяемый по формуле:

$$R_{скорр}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-m-1} \quad (5)$$

где n — число точек в массиве.

Добавление нового фактора в модель оправдано до тех пор, пока растет скорректированный коэффициент детерминации.

Оценить достоверность модели можно с помощью F -распределения, которое определяет вероятность того, что зависимость y от x отсутствует. Обычно считается достаточной пятипроцентная вероятность отсутствия зависимости. Следующим вопросом, требующим оценки, является достоверность определения коэффициентов регрессии a_i , которая оценивается вероятностью распределения Стьюдента.

Отметим, что мы будем определять параметры корреляционно-регрессионного анализа, используя в качестве массивов данных выборки как по времени, так и по ансамблю регионов. В первом случае анализируется динамика параметров инновационного развития конкретного региона, их корреляционные характеристики и регрессионные модели. Учитывая особенности инновационного цикла, в котором все этапы выполняются последовательно, особый интерес представляет исследование корреляционных зависимостей с учетом временных лагов. При корреляционно-регрессионном анализе по ансамблю регионов исследуются общие закономерности, присутствующие национальной инновационной системе в целом. В частности, интерес представляет анализ матрицы парных корреляций индикаторов по ансамблю регионов, а также модели множественной регрессии, построенной по ансамблю, в которой определяется зависимость результатов инновационной деятельности от совокупности факторов.

Использование корреляционно-регрессионного анализа в экономических исследованиях

Трудно представить многочисленные экономические исследования без использования методов корреляционно-регрессионного анализа. Такие работы можно встретить для анализа объектов различных уровней экономических систем (макро, мезо- и микро-), а также для анализа различных процессов и разделов экономики (экономический рост, инноватика, стратегическое управление и др.). Рассмотрим только некоторые из этих работ.

Используя регрессионный анализ, Н. П. Горинько и Р. М. Нижегородцев рассмотрели взаимосвязь объ-

ёма текущего реального ВВП и объёмов факторов производства, вовлекаемых в хозяйственный оборот в последующие временные периоды [2]. Те же авторы, совместно с О. Л. Олисаевой, провели регрессионный анализ производственных функций типа Кобба — Дугласа, включающий такие факторы, как капитал, труд и информацию, для современной экономики Республики Северная Осетия — Алания. На основании данного исследования были выделены ключевые направления государственного регулирования экономики региона [3].

К. Т. Козина использовала корреляционно-регрессионные модели для анализа валового внутреннего продукта России и его взаимосвязей с инвестициями в основной капитал, численностью занятого в экономике населения, добычей нефти и газа. Путем сопоставления расчетных и фактических данных, она оценила эффективность применяемых методов [4]. А. Э. Крупко, Ю. М. Фетисов и Р. Е. Рогозина провели моделирование основных факторов развития хозяйства для достижения устойчивости экономики Центрального федерального округа, а также на основе корреляционно-регрессионного анализа определили наиболее перспективные направления инвестиционного развития отраслей хозяйства [5]. О. М. Гусарова, В. Д. Кузменкова и П. И. Комаров провели корреляционно-регрессионный анализ для исследования статистической взаимосвязи ряда региональных показателей субъектов Центрального федерального округа, выявили ключевые факторы экономики этих субъектов и построили цифровые модели социально-экономического развития [6].

В. Л. Поздеев разработал многофакторные регрессионные модели, описывающие движение капитала при трансформации его форм, которые позволяют проанализировать влияние отдельных факторов на конечные результаты деятельности предприятия и обеспечивают управленческий персонал актуальной информацией для устойчивого развития предприятия [7]. Д. Е. Харитонов проанализировал деятельность предприятий с помощью корреляционно-регрессионного анализа, при этом были найдены зависимости между факторами производства с использованием официальных статистических данных [8]. А. А. Кравцов проанализировал результаты, полученные при изучении патентной статистики с помощью количественных методов, среди которых наиболее распространенным методом стал регрессионный анализ [9]. Выявлено, что патенты привлекались к анализу экономики как на уровне фирм, так и при межотраслевых и межстрановых сопоставлениях. Это способствует преодолению сохраняющихся трудностей оценки патентов как экономической категории.

Е. С. Дарда и Е. А. Устинов рассмотрели степень влияния длительных циклов мировой экономики, состояние мирового рынка нефти, различные геополитические тенденции и др. на уровень индекса ММВБ, как основного индикатора развития фондового рынка Российской Федерации на основе применения корреляционно-регрессионного анализа [10]. Использование общенаучных методов и корреляционно-регрессионного анализа позволили О. А. Кры-

жановской и А. Р. Степановой выявить изменения структурно-динамических параметров региональной экономики. При этом было отмечено, что развитие малого бизнеса в Российской Федерации оказывает непосредственное влияние на развитие территорий, внося изменения в структуру экономики региона.

В книге Н. А. Мурашовой [12] рассмотрена модель множественной регрессии, объединяющая показатели инновационной деятельности регионов Приволжского федерального округа. Показано, что в большинстве случаев множественная корреляция отсутствует, однако для отдельных регионов модель работает достаточно хорошо. Например, в Республике Башкортостан была обоснована множественная корреляционная связь между объемом инновационной продукции, внутренними затратами на исследования и разработки, а также затратами на технологические инновации за период 2005–2015 гг.

Исследование инновационного развития отраслей промышленности Нижегородской области, проведенное Н. С. Гоберник и С. Н. Митяковым, показало отсутствие однозначного влияния различных факторов на результаты инновационной деятельности отраслей [13]. В отдельных случаях, однако, такое влияние удалось обнаружить. Например, интенсивности затрат на технологические инновации в секторе «Автомобилестроение» в 2009 г. вызвал увеличение доли инновационной продукции в 2010 г.

Сравнительный корреляционный анализ индикаторов инновационной деятельности регионов России

Для корреляционного анализа будем использовать данные по 82 регионам страны за период с 2000 по 2019 гг. по четырем индикаторам научной и инновационной деятельности, опубликованные на сайте Росстата и используемые нами в предыдущей публикации данного цикла [14], а также двум дополнительным индикаторам, включенным в инновационный блок индикаторов устойчивого развития региона [15]:

1. Число лиц, занятых научными исследованиями и разработками на 10 тыс. занятого населения.
2. Внутренние затраты на научные исследования и разработки, % к ВРП.
3. Интенсивность затрат на технологические инновации (затраты на технологические инновации по отношению к объему отгруженной продукции), %.
4. Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, %.
5. Число созданных передовых производственных технологий на 10 тыс. занятого населения.
6. Доля отгруженной инновационной продукции во всей отгруженной продукции промышленности, %.

Приведенную нумерацию индикаторов мы будем использовать в дальнейшем.

На рис. 1 представлена диаграмма рассеяния, используемая для отображения возможной связи между переменными 1 и 2 по 82 регионам страны. На рис. 2 приведена подобная диаграмма для индикаторов 2 и 3, а на рис. 3 — для индикаторов 3 и 4.

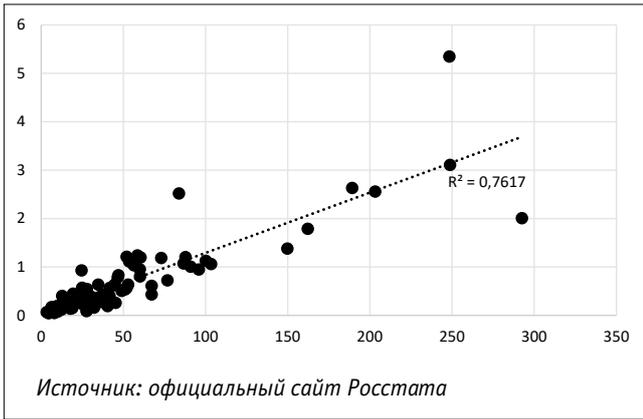


Рис. 1. Сравнительный корреляционный анализ регионов страны по индикаторам 1 и 2 за 2019 г.

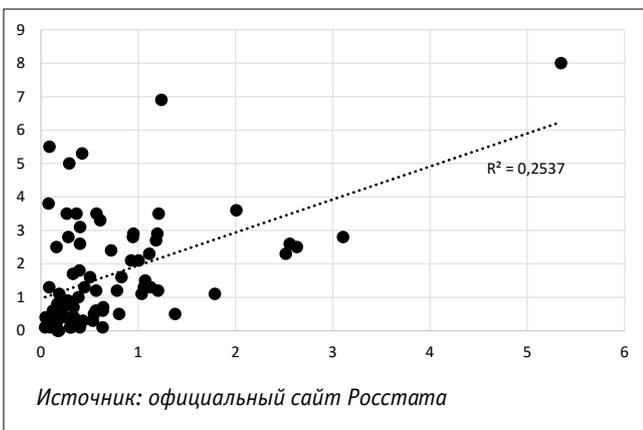


Рис. 2. Сравнительный корреляционный анализ регионов страны по индикаторам 2 и 3 за 2019 г.

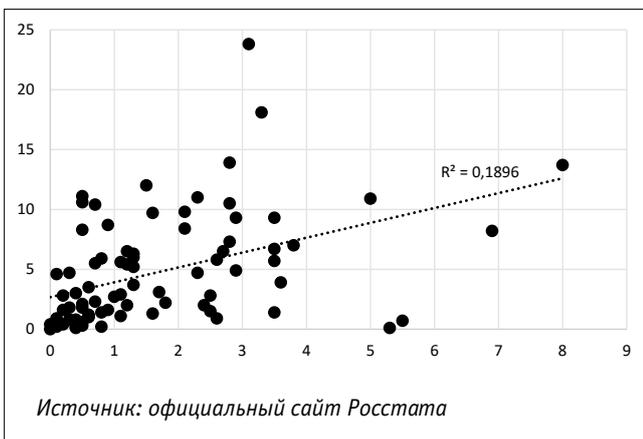


Рис. 3. Сравнительный корреляционный анализ регионов страны по индикаторам 3 и 6 за 2019 г.

Анализ рисунков позволяет сделать вывод, что на первой стадии инновационного процесса (рис. 1, научные разработки) наблюдается достаточно хорошая корреляция между числом исследователей и затратами на научную деятельность, что, в принципе, вполне объяснимо. Практически отсутствует корреляция между затратами на научную деятельность и затратами на технологические инновации (рис. 2), что говорит об отсутствии преемственности между научными и инновационными исследованиями в регионах, проблемах с трансфером технологий. Еще ниже взаимосвязь между затратами и результатами инновационной деятельности (рис. 3), что свидетельствует о недостаточной эффективности инновационной деятельности.

В табл. 1 приведены коэффициенты детерминации для соответствующих рис. 1–3 зависимостей, но не в целом по стране, а по отдельным федеральным округам. Напомним, что лидирующие позиции по инновационному развитию демонстрируют ПФО, ЦФО и СЗФО [14]. Из таблицы видно, что этим федеральным округам присущи те же закономерности, что и стране в целом: высокая корреляция между числом исследователей и внутренними затратами на исследования и разработки и низкая корреляция между индикаторами, характеризующими второй и третий этапы инновационного цикла.

Модель множественной регрессии для индикаторов инновационной деятельности регионов России

Для регрессионного анализа использовался временной ряд показателя эффективности инновационной деятельности «Доля отгруженной инновационной продукции во всей отгруженной продукции промышленности, %», обозначенного под № 6. Кроме того, задействованы временные ряды независимых переменных, обозначенных нами под №№ 1–5. Все данные брались по 82 регионам страны за 2019 г. Результаты моделирования в пакете Excel представлены на рис. 4. В данном случае в качестве независимых переменных были выбраны первые 4 из списка.

Результирующая формула для регрессионного анализа имеет вид;

$$y = -1,9986 - 0,04996 x_1 + 2,559 x_2 + 0,5856 x_3 + 0,3546 x_4,$$

при этом вероятность недостоверного определения коэффициентов регрессии составляет 4,97%, 0,11%, 1,5%, 4,43% и 0,00002% соответственно, а скорректированный коэффициент детерминации $R^2_{\text{скамп}} = 0,4297$.

Таблица 1

Коэффициенты детерминации федеральных округов

	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО
R^2_{12}	0,8102	0,9901	0,8882	0,9327	0,8878	0,4836	0,9098	0,9487
R^2_{23}	0,0831	0,5475	0,9687	0,2586	0,6915	0,9931	0,003	0,0001
R^2_{36}	0,2348	0,3187	0,0928	0,5341	0,164	0,9906	0,0076	0,1165

Вывод итогов								
Регрессионная статистика								
Множественный R	0,67667881							
R-квадрат	0,457894212							
Скорр. R-квадрат	0,429732873							
Стандартная ошибка	3,457476749							
Наблюдения	82							
Дисперсионный анализ								
	df	SS	MS	F	Значимость F			
Регрессия	4	777,4820518	194,370513	16,25967439	1,07752E-09			
Остаток	77	920,4692014	11,95414547					
Итого	81	1697,951253						
	Коэффициенты	Станд. ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	-1,998638943	1,002281729	-1,994088972	0,04968278	-3,994436842	-0,002841044	-3,994436842	-0,002841044
Переменная X1	-0,049959641	0,01467473	-3,404467366	0,001055419	-0,079180762	-0,020738519	-0,079180762	-0,020738519
Переменная X2	2,558995436	1,028468209	2,488161922	0,015000911	0,511053594	4,606937278	0,511053594	4,606937278
Переменная X3	0,585563786	0,286401644	2,044554559	0,044316781	0,015265254	1,155862318	0,015265254	1,155862318
Переменная X4	0,354587476	0,061457552	5,769632303	1,57739E-07	0,232209856	0,476965097	0,232209856	0,476965097

Источник: официальный сайт Росстата

Рис. 4. Результаты множественного регрессионного анализа регионов

Это означает, что только 43% вариаций зависимой переменной можно объяснить изменением совокупности представленных факторов. Остальную часть вариации доли выпуска инновационной продукции можно объяснить другими факторами, внешними по отношению к модели. К таким факторам, по нашему мнению, относятся: изменение спроса на инновационную продукцию со стороны потребителей, нерегулярное и непропорциональное представление регионами данных статистической отчетности, индивидуальные особенности регионов, включая финансовые, климатические, институциональные и иные различия.

Дальнейшее увеличение числа независимых переменных не имеет смысла. Например, добавление переменной под № 5 (число передовых технологий), приводит к тому, что скорректированный коэффициент детерминации становится равным $R^2_{\text{скорр}} = 0,4222$.

Динамический анализ индикаторов в отдельных регионах

Прежде всего проводился анализ матриц парных корреляций фиксированных индикаторов по регионам страны. Он охватил все федеральные округа и использовал все шесть заявленных индикаторов. Анализ выявил стохастическое распределение парных коэффициентов корреляции, что свидетельствует о том, что во всех регионах, несмотря на общую экономическую конъюнктуру, инновационные процессы протекают независимо.

Далее остановимся на взаимосвязях между индикаторами внутри отдельных регионов. Здесь ситуация похожа на предыдущую. Как уже было сказано, в целом корреляционная связь значима между первым и вторым индикаторами, отражающими начальный цикл инновационного процесса. Наиболее интересным для нас был завершающий цикл, то есть взаимосвязь между затратами на технологические инновации и долей инновационной продукции в общем объеме отгруженной

продукции. Здесь в ряде регионов удалось обнаружить статистически значимую зависимость, причем с учетом временного лага, связанного с разработкой и выпуском инновационной продукции. Результаты проведенного автокорреляционного и кросскорреляционного анализа для ряда регионов представлены на рис. 5.

На рис. 5 сплошной линией изображен коэффициент автокорреляции параметра № 6, а пунктирной — его кросскорреляции с параметром № 3. По оси абсцисс отложена временная задержка в годах. Из рисунка видно, что в Московской области наблюдается высокая положительная кросскорреляция параметров с нулевым сдвигом. В Москве и Амурской области функция кросскорреляции сдвинута на один шаг влево. Это означает, что выпуск инновационной продукции проводился спустя год после инвестиций в технологические инновации. В Нижегородской области такой сдвиг составляет 2 года, а в Новосибирской — 3 года.

На рис. 6–7 приведены результаты модели множественной регрессии, построенной для отдельных регионов страны. В качестве массивов данных в данном случае были выбраны динамические ряды индикаторов в интервале 2000–2019 гг. Для корректного исследования вопросов временных сдвигов интервал выходной переменной был выбран с 2005 по 2019 гг. (15 значений). Входные переменные имели такое же число значений по времени, но при этом могли анализироваться данные более ранних периодов. Для Московской области наиболее статистически значимая модель приведена на рис. 6. Используется только одна входная переменная № 3, временной сдвиг отсутствует. Результаты моделирования весьма убедительны.

Для Нижегородской области (рис. 7) наиболее адекватный результат дала модель, содержащая три переменных №№ 1–3. При этом третья переменная имеет временной сдвиг два года, а первая и вторая — 3 года. Это означает, что промежуток

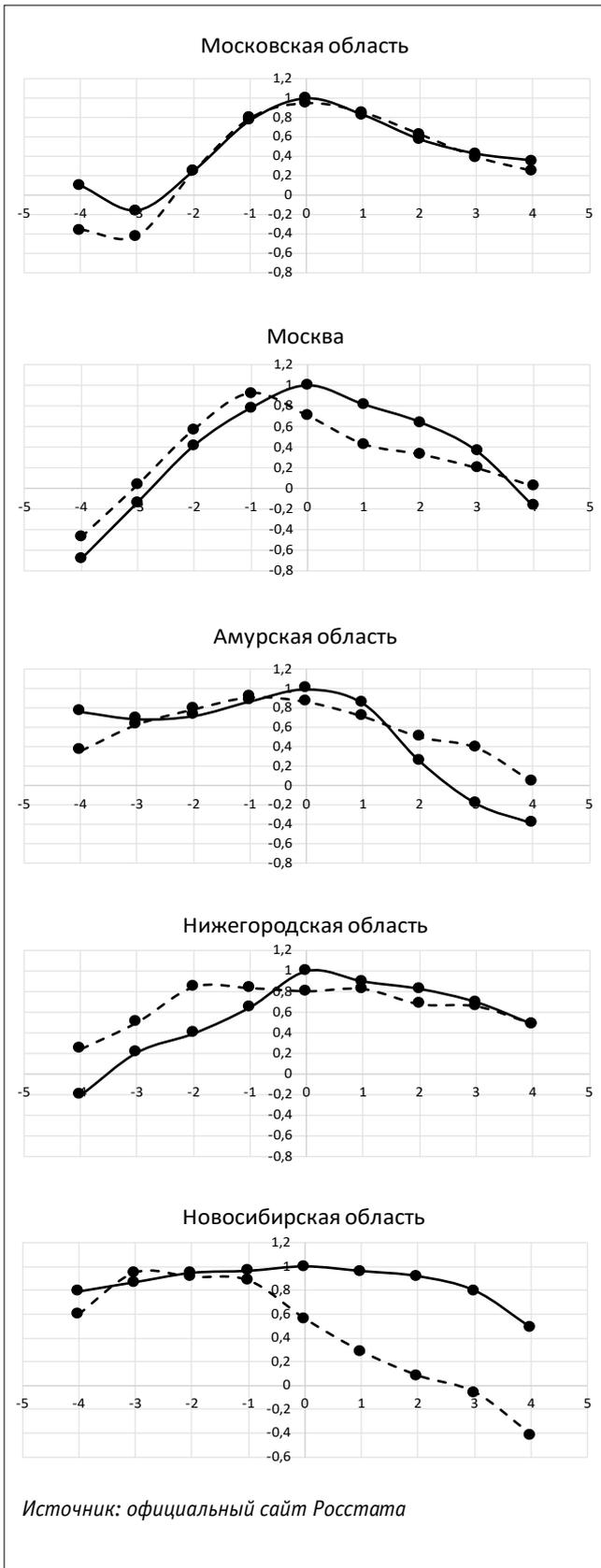


Рис. 5. Коэффициенты автокорреляции и кросскорреляции для ряда регионов

времени от научной разработки до выпуска инновационной продукции составляет три года, при этом затраты на технологические инновации (что соответствует рис. 5) производятся за два года до отгрузки инновационной продукции. Отрицательные значения коэффициентов регрессии при показателях № 1 и № 2 можно объяснить несовершенством инновационной системы Нижегородской области. Имея значительный научный потенциал и самые большие в мире удельные затраты на научные разработки, регион не является лидером ПФО по выпуску инновационной продукции, пропустив вперед республики Мордовию и Татарстан. Поэтому дальнейший рост числа исследователей и затрат на научные разработки не приводит к росту выпуска инновационной продукции.

Заключение

В данной статье дана оценка инновационной деятельности в регионах страны с позиций корреляционно-регрессионного анализа. Для проведения данного анализа использовались данные по 82 регионам страны за период с 2000 по 2019 гг. по шести индикаторам научной и инновационной деятельности, опубликованным на сайте Росстата и характеризующим различные этапы инновационного процесса в регионе. Анализ показал, что на первой стадии инновационного процесса наблюдается достаточно хорошая корреляция между присущими ей индикаторами. Корреляция индикаторов, соответствующих 1 и 2 стадиям, а также 2 и 3 стадиям инновационной деятельности отсутствует. Это говорит об отсутствии преемственности между научными и инновационными исследованиями и о проблемах с трансфером технологий в регионах. Результаты модели множественной регрессии показали, что только 43% вариаций зависимой переменной можно объяснить изменением совокупности представленных факторов. Остальную часть вариации доли выпуска инновационной продукции можно объяснить другими факторами, внешними по отношению к модели. Результаты проведенного кросскорреляционного анализа индикаторов второго и третьего этапов инновационной деятельности показали, что в Московской области наблюдается высокая положительная кросскорреляция параметров с нулевым сдвигом, в Москве и Амурской области временной сдвиг между затратами на технологические инновации и выпуском инновационной продукции составляет 1 год, в Нижегородской области такой сдвиг составляет 2 года, а в Новосибирской — 3 года. Отрицательные значения коэффициентов множественной регрессии для Нижегородской области позволяют предположить, что рост числа исследователей и затрат на научные разработки не приводит к росту выпуска инновационной продукции из-за эффекта насыщения (закон убывающей отдачи).

Вывод итогов								
Регрессионная статистика								
Множественный R	0,921941394							
R-квадрат	0,849975933							
Скорр. R-квадрат	0,83843562							
Стандартная ошибка	1,348400079							
Наблюдения	15							
Дисперсионный анализ								
	df	SS	MS	F	Значимость F			
Регрессия	1	133,9141861	133,9141861	73,65276364	1,02797E-06			
Остаток	13	23,63637606	1,818182774					
Итого	14	157,5505622						
	Коэффициенты	Станд. ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	5,370337897	0,620483324	8,655088204	9,35048E-07	4,029865172	6,710810622	4,029865172	6,710810622
Переменная X3	1,522122281	0,17735973	8,582118832	1,02797E-06	1,138959879	1,905284683	1,138959879	1,905284683

Источник: официальный сайт Росстата

Рис. 6. Регрессионный анализ индикаторов для Московской области

Вывод итогов								
Регрессионная статистика								
Множественный R	0,964894245							
R-квадрат	0,931020904							
Скорр. R-квадрат	0,912208423							
Стандартная ошибка	1,855560596							
Наблюдения	15							
Дисперсионный анализ								
	df	SS	MS	F	Значимость F			
Регрессия	3	511,1930027	170,3976676	49,48953385	1,12318E-06			
Остаток	11	37,87415636	3,443105124					
Итого	14	549,0671591						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	66,8592454	9,48096921	7,051942045	2,12122E-05	45,99177286	87,72671793	45,99177286	87,72671793
Переменная X1 (-3)	-0,181508667	0,035046535	-5,179075902	0,000304187	-0,258645572	-0,104371763	-0,258645572	-0,104371763
Переменная X2 (-3)	-2,23477251	0,823043833	-2,715253333	0,020101269	-4,046279772	-0,423265248	-4,046279772	-0,423265248
Переменная X3 (-2)	1,012912471	0,477166606	2,122764794	0,057294549	-0,037324147	2,06314909	-0,037324147	2,06314909

Источник: официальный сайт Росстата

Рис. 7. Регрессионный анализ индикаторов для Нижегородской области

Список использованных источников

1. Ферстер, Э. Методы корреляционного и регрессионного анализа/Э. Ферстер, Б. Рейц. — М.: Финансы и статистика, 1981. — 302 с.
2. Горинько, Н. П. Феномен «роста на ожиданиях»: регрессионный анализ и релятивистская концепция времени в экономике/Н. П. Горинько, Р. М. Нижегородцев//Вестник экономической интеграции. — 2011. — № 12. — С. 11–27.
3. Горинько, Н. П. Регрессионный анализ факторов экономического роста региона как инструмента выявления ключевых направлений государственного регулирования/Н. П. Горинько, Р. М. Нижегородцев, О. Л. Олисаева//Известия Волгоградского государственного технического университета. — 2011. — № 14. — С. 164–177.
4. Козина, К. Т. Эконометрический анализ валового внутреннего продукта России и его взаимосвязей с инвестициями в основной капитал, численностью занятого в экономике населения, добычей нефти и газа//Экономический анализ: теория и практика. — 2016. — № 2. — С. 183–196.
5. Крупко, А. Э. Интерпретация корреляционно-регрессионного анализа основных факторов развития экономики ЦФО/А. Э. Крупко, Ю. М. Фетисов, Р. Е. Рогозина//ФЭС: Финансы, Экономика. — 2018. — № 12. — С. 22–29.
6. Гусарова, О. М. Цифровые модели социально-экономического развития региональных субъектов/О. М. Гусарова, В. Д. Кузменкова, П. И. Комаров//Фундаментальные исследования. — 2018. — № 8. — С. 42–47.
7. Поздеев, В. Л. Методы оценки финансовой устойчивости предприятий//Экономический анализ: теория и практика. — 2005. — № 24 — С. 54–58
8. Харитонов, Д. Е. Корреляционно-регрессионный анализ в экономике//Контентус. — 2016. — № 8. — С. 176–179
9. Кравцов, А. А. Развитие исследований инновационных процессов на основе патентной статистики: аналитический обзор//Журнал новой экономической ассоциации. — 2017. — № 3. — С. 144–169.
10. Дарда, Е. С. Факторы развития фондового рынка российской федерации: статистическая оценка/Е. С. Дарда, Е. А. Устинов//Инновации и инвестиции. — 2016. — № 10. — С. 70–74
11. Крыжановская О. А. Анализ основных тенденций развития малого бизнеса в Российской Федерации/О. А. Крыжановская, А. Р. Степанова//Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. — 2019. — № 4. — С. 14–18.

12. Мурашова, Н. А. Методологические основы обеспечения инновационной деятельности экономических систем: монография/Н. А. Мурашова; Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р. Е. Алексеева. — Н. Новгород, 2020. — 252 с.
13. Гоберник, Н. С. Методика оценки влияния инновационной активности промышленных предприятий на их устойчивое развитие/Н. С. Гоберник, С. Н. Митяков//Статистика и экономика. — 2013. — № 1. — С. 31–34.
14. Митяков, С. Н. Инструментарий оценки инновационной деятельности в регионах: индексный метод/С. Н. Митяков [и др.]//Инновации. — 2021. — № 12. С.
15. Максимов, Ю. М. Система показателей устойчивого развития региона/Ю. М. Максимов, С. Н. Митяков, Е. С. Митяков//Экономика региона. — 2011. — № 2 (26). — С. 226–231.

References

1. Ferster, E. Metody korrelyatsionnogo i regressionnogo analiza/E. Ferster, B. Reyts. — М.: Finansy i statistika, 1981. — 302 s.
2. Gorin'ko, N. P. Fenomen «rosta na ozhidaniyakh»: regressionnyy analiz i relyativistskaya kontseptsiya vremeni v ekonomiki/N. P. Gorid'ko, R. M. Nizhegorodtsev//Vestnik ekonomicheskoy integratsii. — 2011. — № 12. — С. 11–27.
3. Gorid'ko, N. P. Regressionnyy analiz faktorov ekonomicheskogo rosta regiona kak instrumenta vyyavleniya klyuchevykh napravleniy gosudar-stvennogo regulirovaniya/N. P. Gorid'ko, R. M. Nizhegorodtsev, O. L. Olisayeva//Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. — 2011. — № 14. — С. 164–177.
4. Kozinova, K. T. Ekonometricheskyy analiz valovogo vnutrennego pro-dukta Rossii i yego vzaimosvyazey s investitsiyami v osnovnoy kapital, chislennost'yu zanyatogo v ekonomike naseleniya, dobychey nefi i gaza//Ekonomicheskyy analiz: teoriya i praktika. — 2016. — № 2. — С. 183–196.
5. Krupko, A. E. Interpretatsiya korrelyatsionno-regressionnogo analiza osnovnykh faktorov razvitiya ekonomiki TSFO/A. E. Krupko, YU. M. Fe-tisov, R. Ye. Rogozina//FES: Finansy, Ekonomika. — 2018. — № 12. — С. 22–29.
6. Gusarova, O. M. Tsifrovyye modeli sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regional'nykh sub"yektov/O. M. Gusarova, V. D. Kuzmenkova, P. I. Ko-marov//Fundamental'nyye issl edovaniya. — 2018. — № 8. — С. 42–47.
7. Pozdeyev, V. L. Metody otsenki finansovoy ustoychivosti predpriyatiy//Ekonomicheskyy analiz: teoriya i praktika. — 2005. — № 24 — С. 54–58.
8. Kharitonova, D. Ye. Korrelyatsionno-regressionnyy analiz v ekonomike//Kontentus. — 2016. — № 8. — С. 176–179.
9. Kravtsov, A. A. Razvitiye issledovaniy innovatsionnykh protsessov na os-nove patentnoy statistiki: analiticheskyy obzor//Zhurnal novoy eko-nomicheskoy assotsiatsii. — 2017. — № 3. — С. 144–169.
10. Darda, Ye. S. Faktory razvitiya fondovogo rynka rossiyskoy federa-tsii: statisticheskaya otsenka/Ye. S. Darda, Ye. A. Ustinov//Innovatsii i investitsii. — 2016. — № 10. — С. 70–74.
11. Kryzhanovskaya O. A. Analiz osnovnykh tendentsiy razvitiya malogo biz-nesa v Rossiyskoy Federatsii/O. A. Kryzhanovskaya, A. R. Stepanova//Teoriya i praktika servisa: ekonomika, sotsial'naya sfera, tekhnologii. — 2019. — № 4. — С. 14–18.
12. Murashova, N. A. Metodologicheskiye osnovy obespecheniya innovatsion-noy deyatel'nosti ekonomicheskikh sistem: monografiya/N. A. Murashova; Nizhegorod. gos. tekhn. un-t. im. R. Ye. Alekseyeva. — N. Novgorod, 2020. — 252 s.
13. Gubernik, N. S. Metodika otsenki vliyaniya innovatsionnoy aktivnosti promyshlennykh predpriyatiy na ikh ustoychivoye razvitiye/N. S. Gober-nik, S. N. Mityakov//Statistika i ekonomika. — 2013. — № 1. — С. 31–34.
14. Mityakov, S. N. Instrumentariy otsenki innovatsionnoy deyatel'nosti v regionakh: indeksnyy metod/S. N. Mityakov [i dr.]//Innovatsii. — 2021. — № 12. S.
15. Maksimov, YU. M. Sistema pokazateley ustoychivogo razvitiya regiona/YU. M. Maksimov, S. N. Mityakov, Ye. S. Mityakov//Ekonomika regiona. — 2011. — № 2 (26). — С. 226–231.