

*Бакуменко Людмила Петровна, профессор, доктор экономических наук,
Поволжский государственная технологический университет, г. Йошкар-Ола*

*Степанова Ирина Юрьевна, магистрант,
Поволжский государственная технологический университет, г. Йошкар-Ола*

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОТ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Аннотация: В научной статье рассмотрено статистическое исследование влияния социально-экономических факторов на уровень инновационной активности с использованием построения модели множественной регрессии с учетом устранения коллинеарности независимых переменных. Выявлены и определены числовые значения значимых факторов, которые в большей степени влияют на уровень инновационной активности. Построен нормальный вероятностный график остатков, который визуально отразил прямую зависимость остатков. Построена и интерпретирована модель множественной регрессии. С учетом выявленных значимых факторов были предложены идеи по повышению уровня инновационной активности.

Ключевые слова: модель множественной регрессии; мультиколлинеарность; корреляция; регрессионный анализ.

Annotation: The scientific article examines a statistical study of the influence of socio-economic factors on the level of innovative activity using the construction of a multiple regression model, taking into account the exclusion of collinearity of independent variables. Identified and determined the numerical values of significant factors, largely influencing the level of innovative activity. A normal probabilistic plot of residuals was built, clearly reflecting the direct dependence of residuals. A multiple

regression model was built and interpreted. Taking into account the identified significant factors, ideas were proposed to increase the level of innovative activity.

Keywords: multiple regression model; multicollinearity; correlation; regression analysis.

Складывающиеся в начале XXI века социально-экономические условия России характеризуются стремительным научно-техническим прогрессом, где ключевым фактором развития экономики является инновационная деятельность того или иного региона. Она рассматривается как одно из главных условий модернизации экономики и одним из основных показателей конкурентоспособности региона. Для оценки инновационной деятельности используется уровень инновационной активности, который зависит от разных факторов [1].

Целью данного исследования является построение модели множественной регрессии для численного определения структуры взаимосвязей между переменными, характеризующими уровень инновационной активности в субъектах РФ в 2020 году (50 субъектов).

Для проведения анализа были отобраны следующие переменные: Y – уровень инновационной активности организаций (%); X_1 – Численность исследователей, выполнявших научные исследования и разработки, на 10000 занятых в экономике, чел; X_2 – Использование полезных моделей, ед.; X_3 – Доля населения, являющегося активными пользователями сети Интернет, %; X_4 – Доля домашних хозяйств, имеющих широкополосный доступ к сети Интернет, %; X_5 – Внутренние затраты на научные исследования и разработки, млн руб.; X_6 – Объем инновационных товаров, работ, услуг млн руб.; X_7 – Используемые передовые производственные технологии, ед.; X_8 – Удельный вес малых предприятий, осуществлявших инновационную деятельность, %; X_9 – Численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, на 10 000 человек населения чел; X_{10} – Среднедушевые денежные доходы населения по субъектам Российской

Федерации, руб./мес. [4];

Перед началом построения модели множественной регрессии необходимо проверить мультиколлинеарность факторов, то есть построить матрицу парных коэффициентов корреляций, чтобы определить коллинеарность независимых переменных (рисунок 1) [5].

Переменная	Корреляции (Таблица данных1)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Y
X1	1,000000	0,689655	0,188602	0,268493	0,676562	0,572912	0,475527	0,104189	0,522868	0,536172	0,318918
X2	0,689655	1,000000	0,420244	0,389330	0,944973	0,822445	0,574432	0,225033	0,560195	0,793053	0,281227
X3	0,188602	0,420244	1,000000	0,764192	0,414068	0,478994	0,312416	-0,247656	0,402343	0,581331	-0,220531
X4	0,268493	0,389330	0,764192	1,000000	0,391632	0,449204	0,195938	-0,061329	0,329231	0,505744	-0,111935
X5	0,676562	0,944973	0,414068	0,391632	1,000000	0,743215	0,460534	0,203014	0,565003	0,800553	0,129551
X6	0,572912	0,822445	0,478994	0,449204	0,743215	1,000000	0,687311	0,183813	0,608253	0,754606	0,402425
X7	0,475527	0,574432	0,312416	0,195938	0,460534	0,687311	1,000000	0,140484	0,300508	0,528227	0,295884
X8	0,104189	0,225033	-0,247656	-0,061329	0,203014	0,183813	0,140484	1,000000	0,226055	0,053658	0,502346
X9	0,522868	0,560195	0,402343	0,329231	0,565003	0,608253	0,300508	0,226055	1,000000	0,435712	0,409451
X10	0,536172	0,793053	0,581331	0,505744	0,800553	0,754606	0,528227	0,053658	0,435712	1,000000	0,056069
Y	0,318918	0,281227	-0,220531	-0,111935	0,129551	0,402425	0,295884	0,502346	0,409451	0,056069	1,000000

Рисунок 1. Матрица парных коэффициентов корреляции

Из построенной матрицы видно, что ни один из независимых факторов X не имеет сильную корреляцию с зависимой переменной Y. Более того самая сильная корреляция из представленных факторов — «Удельный вес малых предприятий, осуществляющих инновационную деятельность» (X8), коэффициент корреляции которого составляет 0,502. Данный фактор сильнее остальных влияет на уровень инновационной активности при одиночной связи.

Также из матрицы видно, что коэффициент корреляции между «Использование полезных моделей» (X2) и «Внутренние затраты на научные исследования и разработки» (X5) равен 0,94. Данный факт говорит о тесной линейной зависимости, о коллинеарности. Для корректности анализа устраним коллинеарность факторов, то есть исключим фактор «Внутренние затраты на научные исследования и разработки» (X5), так как его связь с Y меньше чем у фактора «Использование полезных моделей» (X2) [2; 3].

Далее необходимо построить модель множественной регрессии с помощью процедуры оценивания «Пошаговая с включением». Результаты представлены на рисунке 2.

Результаты множ. регрессии(Шаг 5)		
Зав.перем.: Y	Множест. R = ,74056727	F = 10,68799
	R2= ,54843989	сс = 5,44
Число набл.: 50	Скоррект. R2= ,49712624	p = ,000001
	Стандартная ошибка оценки: 3,907374019	
Св.член: 50,455907367	Ст.ошибка: 15,10975	t(44) = 3,3393 p = ,0017
X8 бета=,254	X6 бета=,612	X3 бета=-,37
X9 бета=,269	X10 бета=-,32	

Рисунок 2. Итоги регрессионного анализа

Результат множественной регрессии показали, что в модели остаются 3 значимых фактора: X3 – Доля населения, являющегося активными пользователями сети Интернет, %; X6 – Объем инновационных товаров, работ, услуг млн руб.; X8 – Удельный вес малых предприятий, осуществлявших инновационную деятельность, %.

Множественный коэффициент корреляции - 0,74, показывает высокую совокупную корреляцию между факторами и зависимой переменной. Коэффициент детерминации - 0,55, показывающий, что на 54,84% расчетные параметры модели, объясняют зависимость и изменения изучаемого параметра - Y от исследуемых факторов - X. Величина F-критерия (651,71), равная 10,69 больше критического значения, равного 2,43, значит найденная оценка уравнения регрессии статистически надежна. Стандартная ошибка оценки равна 3,91, что является меньше 10 — показывает точность эмпирических коэффициентов уравнений регрессии.

По нормальному вероятностному графику остатков видно, что остатки образуют прямую зависимость (рисунок 3).

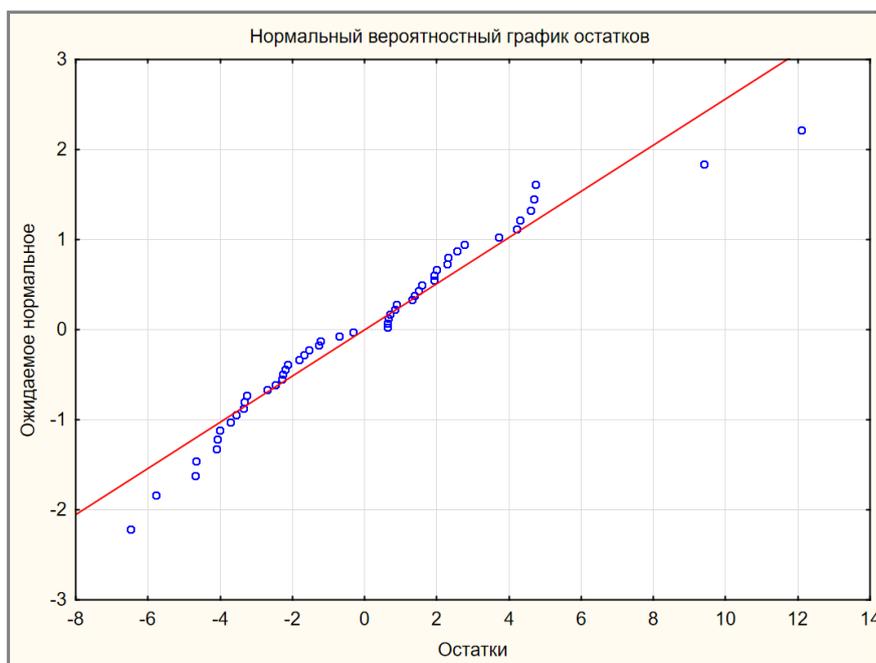


Рисунок 3. Нормальный вероятностный график остатков

Модель множественной регрессии по полученным факторам имеет вид:

$$Y = 50,45591_{t=3,339} + 0,49024_{t=2,204} * X_8 + 0,00003_{t=3,461} * X_6 - 0,51843_{t=-2,68} * X_3$$

По результатам полученной модели можно предположить, что:

1. Если удельный вес малых предприятий, осуществляющих инновационную деятельность (X_8) увеличится на 1%, то уровень инновационной активности (Y) увеличится на 0,49 %. при прочих неизменных факторах.
2. Если объем инновационных товаров, работ, услуг (X_6) увеличится на 1 млн руб., то уровень инновационной активности (Y) увеличится на 0,00003 %. при прочих неизменных факторах.
3. Если доля населения, являющегося активными пользователями сети Интернет (X_3) увеличится на 1 %, то уровень инновационной активности (Y) уменьшится на 0,51%. при прочих неизменных факторах.

Таким образом, для повышения уровня инновационной активности необходимо улучшить среду для инноваций и стимулировать конкуренции для малых предприятий, осуществляющих инновационную деятельность.

Библиографический список:

1. Елисеева И.И. Общая теория статистики. - Москва: 2005.
2. Кремер Н. Ш. Эконометрика: учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко; под ред. Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 354 с.
3. Методы и модели эконометрики. Часть 2. Эконометрика пространственных данных: учебное пособие/под ред. А.Г. Реннера; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 435 с.
4. Официальный сайт Росстата [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/14477>.
5. Халафян А.А. «STATISTICA 6. Статистический анализ данных» учебное пособие. – Москва: 2007.