

УДК 311.2:001.895

**Л. А. Масич, к.э.н., доцент, Донецкий национальный университет;**  
**Н. А. Юрина, к.э.н., доцент, Донецкий национальный университет**

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ИССЛЕДОВАНИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В статье охарактеризованы основные группы показателей для анализа инновационной деятельности. Выделены факторы, оказывающие влияние на инновационную активность. Приведена методика множественного корреляционно-регрессионного анализа. Построена и реализована модель зависимости объема выполненных научных и научно-технических работ от общей суммы расходов на инновационную деятельность и количества организаций, которые выполняют научные исследования и разработки. Подтверждены статистическая точность и достоверность модели. Предложены направления развития инновационной деятельности.

**Ключевые слова:** инновации, инновационная деятельность, факторы инновационной активности, множественная корреляционно-регрессионная модель, линейный тренд, матрица парных коэффициентов, формальные критерии аппроксимации.

Табл.4, лит. 9.

**L. A. Masich, N. A. Yurina**

### THE USE OF STATISTIC METHODS IN THE STUDY OF INNOVATION

The main group of characteristics for the analysis of innovation activities is described in the article. The factors which influence the innovation activities are outlined and the method of multiple correlation and regression analysis is used as well. The model of the volume dependence of completed scientific and technical works on the overall amount of costs of innovation activities and the number of organizations carrying out scientific research and development is designed and implemented. The article also corroborates the statistic precision and reliability of the model. New ways of the development of innovation activities are proposed.

**Keywords:** innovations, innovation activity, factors of innovation activities, multiple correlation and regression model, linear trend, the matrix of correlative coefficients, formal criteria of approximation.

**Введение.** Устойчивый рост экономики традиционно связывают с переходом экономической системы страны на инновационную модель развития. Динамика развития мировой экономики свидетельствует о том, что в условиях жесткой глобальной конкуренции активизация инновационной деятельности субъектов хозяйствования является одним из наиболее важных системных факторов повышения уровня конкурентоспособности экономики страны и обеспечения национальной безопасности государства.

Системный подход к исследованию инновационного процесса требует совершенствования механизма управления данным процессом, как на государственном уровне, так и в рамках отдельного субъекта хозяйствования. Это возможно с использованием многоплановой информации, обеспечивающей эффективное взаимодействие науки, промышленности, бизнеса, финансового сектора и государственной политики в инновационной сфере.

Вопросами изучения инновационной деятельности занимаются как отечественные, так и зарубежные ученые и экономисты. Так, теоретическим основам исследования иннова-

ционных процессов посвящены работы А.И. Базилевича [1], В.М. Гееца [2], Т.Г. Логутовой [3] и др. Такие ученые, как Л.И. Крамченко [4], Р.М. Моторин [5], О.Ю. Гаврилова [6] систематизируют информационно-аналитическое обеспечение и выполняют анализ отдельных показателей инновационного развития.

Несмотря на значительное количество исследований в инновационной сфере, недостаточно разработанным остается вопрос применения статистических методов и моделей для анализа инновационной деятельности.

Целью статьи является исследование инновационной деятельности на основе статистических методов для разработки направлений ее развития.

**Основная часть.** Изучением направлений развития и основных проблем инновационной деятельности занимаются как отечественные, так и зарубежные ученые-экономисты, среди которых нет единого мнения о сущности инновационной деятельности. В данной работе за основу взято определение инноваций из Закона Украины «Об инновационной деятельности»: инновации – это вновь созданные (приспособленные) и (или) усовершенствованные конкурентоспособные технологии, продукция или услуги, а также организационно – технические решения производственного, коммерческого или другого характера, которые существенно улучшают структуру и качество производства и (или) социальную сферу [7].

К объему инновационной продукции относят:

- продукцию, которая претерпела технологические изменения, или заново внедренную продукцию в течение последних трех лет;
- традиционную продукцию, параметры которой в значительной степени усовершенствованы или модифицированы в течение последних трех лет;
- другую инновационную продукцию, внедренную в течение трех последних лет, которая является результатом внедрения нового производственного оборудования и новых методов организации производства [5, с.264].

Не относятся к инновациям и не отражаются в статистической отчетности:

- незначительные модификации эстетического или технологического характера;
- расширение номенклатуры продукции за счет выпуска предприятиями новой продукции, которая ранее ими не выпускалась, но уже достаточно известна на рынке сбыта;
- приобретение машин и оборудования для расширения производственных мощностей за счет установки дополнительных машин традиционных моделей и типов, или даже изменение машин на новые модификации той же модели [5, с.262].

Инновация считается внедренной, если ее результаты попали на рынок и используются в производственном процессе. Она предполагает ряд видов деятельности в научной, технологической, организационной, финансовой и коммерческой сферах [4, с. 342].

Исследование инновационной деятельности ведется по широкому кругу показателей, которые в отчетности органов статистики объединены в такие группы: абсолютные показатели инновационной деятельности предприятий, показатели инновационной активности предприятий и показатели эффективности инновационной деятельности. Последние при этом строятся исходя из четырех видов эффекта: экономического, научно-технического, социального и экологического [8].

На инновационную активность субъектов хозяйствования оказывают влияние различные факторы. Причем эти факторы могут носить как внешний характер, так и внутренний по отношению к предприятию - объекту инновационной деятельности.

Среди внешних факторов влияния на инновационную активность выделяют экономические, политические, правовые, демографические, социальные, научно-технические, экологические и другие характеристики среды, в которой происходят инновационные процессы.

Внутренние факторы инновационной активности определяются, прежде всего, эффективностью использования ограниченных ресурсов (материальных, финансовых,

трудо­вых, ин­фор­ма­ци­он­ных и т.п.)

Все соци­аль­но-эко­но­ми­че­ские яв­ле­ния и про­цес­сы фор­ми­ру­ют­ся под влия­ни­ем не од­но­го, а мно­же­ства фак­то­ров, ис­сле­до­ва­ние ко­то­рых воз­мож­но с по­мо­щью мно­же­ствен­но­го кор­ре­ля­ци­он­но-ре­грес­си­он­но­го ана­ли­за, вклю­чаю­ще­го ряд обя­за­тель­ных эта­пов.

Фор­ми­ро­ва­ние при­зна­ко­во­го про­стран­ства, т. е. от­бор фак­то­ров-ар­гу­мен­тов и оп­ре­де­ле­ние чис­ла на­б­лю­де­ний, не­об­хо­ди­мо­го для по­лу­че­ния несмещенных оценок ( $x_i, i = 1, m$ ), во 1-х, дол­жно ис­ход­ить из при­чин­но-след­ствен­ной за­ви­си­мо­сти их с ре­зуль­та­тив­ным по­ка­за­те­лем, а, во 2-х, эта за­ви­си­мость дол­жна им­еть сто­хас­ти­че­ский, а не функ­ци­о­наль­ный ха­рак­тер. Вве­де­ние боль­шо­го чис­ла фак­то­ров-ар­гу­мен­тов ус­лож­ня­ет ре­ше­ние за­да­чи, но и не­про­ду­ман­ное ис­клю­че­ние при­во­дит к то­му, что урав­не­ние не бу­дет вос­про­из­во­дить ис­сле­ду­е­мый про­цес­с.

Пос­ле со­став­ле­ния пол­но­го спи­ска по­тен­ци­аль­ных не­за­ви­си­мых пе­ре­мен­ных, на­чи­на­ет­ся от­се­ива­ние тех из них, ко­то­рые мо­гут ока­заться неа­де­к­ват­ны­ми для дан­ной за­да­чи мо­де­ли­ро­ва­ния. Не­за­ви­си­мая пе­ре­мен­ная мо­жет быть ис­клю­че­на из рас­смот­ре­ния, ес­ли она не им­еет су­ще­ствен­но­го от­но­ше­ния к ре­ше­нию по­став­лен­ной за­да­чи; ха­рак­те­ри­зу­ет­ся зна­чи­тель­ны­ми оши­б­ка­ми из­ме­ре­ния; ду­бли­ру­ет не­за­ви­си­мые пе­ре­мен­ные (мульти­ко­лли­не­ар­ность); им­е­ются боль­шие про­бле­мы в ее из­ме­ре­нии (точ­ные дан­ные не­до­ступ­ны или об­хо­дят­ся очень до­ро­го).

При по­стро­е­нии мо­де­ли за­ви­си­мо­сти по­ка­за­те­ля ин­но­ва­ци­он­ной де­я­тель­но­сти от по­ка­за­те­лей-фак­то­ров сле­ду­ет вы­брать фор­му урав­не­ния мно­го­фак­тор­ной ре­грес­сии, ко­то­рое в об­щем ви­де им­еет ви­д:  $\bar{y}_{x_i} = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$ , где  $x_i$  - фак­тор­ные при­зна­ки;  $i = 1, m$ ;  $m$  - чис­ло фак­тор­ных при­зна­ков или фак­то­ров-ар­гу­мен­тов. Ре­ше­ние дан­ной про­бле­мы по­зво­ля­ет пе­ре­йти к оп­ре­де­ле­нию зна­че­ния па­ра­мет­ров ли­ней­ной ре­грес­сии ( $a_i$ ), ко­то­рые ха­рак­те­ри­зуют за­ви­си­мость ре­зуль­та­тив­но­го при­зна­ка ( $y$ ) от фак­тор­ных ( $x_i$ ) в на­ту­раль­но-вещ­ствен­ной фор­ме. Па­ра­метр  $a_i (i = 1, m)$  то ес­ть ко­эф­фи­ци­ент ре­грес­сии при  $i$ - том фак­тор­ном при­зна­ке по­ка­зы­ва­ет, как в сред­нем из­ме­ня­ет­ся  $y$ , ес­ли  $x_i$  из­ме­ня­ет­ся на ед­и­ни­цу сво­ей шка­лы из­ме­ре­ния при ус­ло­вии, что все ос­та­ль­ные фак­то­ры, вклю­чен­ные в мо­де­ль, так­же влия­ют, но не из­ме­ня­ют­ся (не варь­и­ру­ют). Та­ким об­ра­зом, ко­эф­фи­ци­ент ре­грес­сии ( $a_i$ ) из­ме­ря­ет сред­нее из­ме­не­ние ве­ли­чи­ны  $y$  при ед­и­нич­ном из­ме­не­нии пе­ре­мен­ной  $x_i$  и по­сто­ян­ном зна­че­нии дру­гих не­за­ви­си­мых пе­ре­мен­ных.

Для оцен­ки тес­но­ты свя­зи в мно­го­фак­тор­ной си­сте­ме на пер­вом эта­пе вы­сту­па­ет ма­три­ца пар­ных ко­эф­фи­ци­ен­тов кор­ре­ля­ции, по ко­то­рой мож­но су­дить о тес­но­те свя­зи фак­то­ров с ре­зуль­та­тив­ным при­зна­ком и ме­жду со­бой. Не­об­хо­ди­мо от­мет­ить, что эти ко­эф­фи­ци­ен­ты ха­рак­те­ри­зуют толь­ко пар­ную, то ес­ть изо­ли­ро­ван­ную от ос­та­ль­ных фак­то­ров за­ви­си­мость, од­на­ко эту ма­три­цу мож­но ис­поль­зо­вать для пред­варитель­но­го ана­ли­за, в част­но­сти, для фор­ми­ро­ва­ния при­зна­ко­во­го про­стран­ства.

На ос­но­ве этих ко­эф­фи­ци­ен­тов мож­но пред­варитель­но от­об­ра­тить фак­тор­ные при­зна­ки для вклю­че­ния их в урав­не­ния ре­грес­сии (не ре­ко­мен­ду­ет­ся вклю­чать в урав­не­ние фак­то­ры, слабо свя­зан­ные с ре­зуль­та­тив­ным при­зна­ком, ли­бо фак­то­ры, функ­ци­о­наль­но свя­зан­ные друг с дру­гом, то ес­ть с ко­эф­фи­ци­ен­том кор­ре­ля­ции, рав­ным  $\pm 1$ ).

Во мно­же­ствен­ном кор­ре­ля­ци­он­но-ре­грес­си­он­ном ана­ли­зе ис­поль­зуют­ся част­ные по­ка­за­те­ли тес­но­ты свя­зи, ко­то­рые ха­рак­те­ри­зуют за­ви­си­мость ме­жду ре­зуль­та­тив­ным фак­то­ром и от­дель­ным фак­тор­ным при­зна­ком ( $x_i$ ) при ус­ло­вии эли­ми­ни­ро­ва­ния влия­ния всех ос­та­ль­ных, вхо­дя­щих в урав­не­ние ре­грес­сии. Част­ные ко­эф­фи­ци­ен­ты кор­ре­ля­ции из­ме­ня­ются в пре­делах от -1 до +1 и ха­рак­те­ри­зуют тес­но­ту и на­прав­ле­ние свя­зи ме­жду со­от­вет­ст­вую­щи­ми фак­то­ра­ми при огов­о­рен­ных вы­ше ус­ло­ви­ях.

Ко­личес­вен­ной ме­рой за­ви­си­мо­сти ва­ри­а­ции ре­зуль­та­тив­но­го по­ка­за­те­ля от всех фак­тор­ных при­зна­ков, вхо­дя­щих в урав­не­ние ре­грес­сии, яв­ля­ет­ся мно­же­ствен­ный ко­эф­фи­ци­ент кор­ре­ля­ции ( $R_{y, x_i, x_i}$ )

За­вер­ше­ние по­стро­е­ния мо­де­ли за­ви­си­мо­сти по­ка­за­те­ля ин­но­ва­ци­он­ной де­я­тель­но­сти от ис­сле­ду­е­мых фак­то­ров тре­бу­ет оцен­ки ста­ти­сти­че­ской до­сто­вер­но­сти всех по­лу­чен­ных

результатов (уравнения связи, параметров уравнения, показателей тесноты связи) с помощью соответствующих статистических критериев.

Для выявления закономерностей развития инновационной деятельности, а также исследования взаимосвязей с другими социально-экономическими показателями был проведен корреляционно-регрессионный анализ данных за 2002-2012 гг.

В качестве результативного показателя ( $y$ ) в проведенном исследовании был принят объем выполненных научных и научно-технических работ (млн. грн.) в Украине.

В качестве факторов, оказывающих влияние на изменение объема выполненных научных и научно-технических работ, но не связанных с ним функционально, были отобраны следующие социально-экономические показатели:

$X_1$  – общая сумма расходов на инновационную деятельность, млн. грн.;

$X_2$  – количество организаций, которые выполняют научные исследования и разработки, ед.;

$X_3$  – численность ученых, чел.

На первом этапе расчетов проверялось соблюдение требований, предъявляемых к результативному и факторным признакам – прежде всего требований об однородности рассматриваемых совокупностей, которая оценивалась с помощью коэффициента вариации. Расчеты показали, что рассматриваемые совокупности являются однородными или близки к однородности, т.к. исчисленные по каждой из них коэффициенты вариации не значительно превысили принятый критический уровень в 33% ( $V_y = 34,24\%$ ;  $V_{x_1} = 38,21\%$ ;  $V_{x_2} = 7,54\%$ ;  $V_{x_3} = 9,24\%$ ).

На втором этапе соблюдения требований, предъявляемых к факторным и результативным признакам, был проведен анализ соответствия нормальному закону распределения с помощью правила «трех сигм» (табл. 1). Как видно из таблицы 1, все факторные признаки, как и результативный, не выходят за верхнюю и нижнюю границу  $3\sigma$ , что подтверждает соответствие нормальному закону распределения.

Таблица 1

### Проверка требований, предъявляемых к факторам в КРА (закон «трех сигм»)

	$y$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Нижняя граница	-2245,54	-3537,00	1077,81	69958,04
$X$ макс.	11252,70	14333,90	1510,00	107447,00
$X$ мин.	2496,80	3013,80	1208,00	82032,00
Верхняя граница	15966,48	19386,96	1707,46	123595,41
$3\sigma$	9106,01	11461,98	314,83	26818,68

На следующем этапе проведения моделирования необходимо проверить включаемые в модель факторы на наличие мультиколлинеарности, т.е. на наличие тесной связи между самими факторами. Такая оценка проведена с помощью коэффициентов парной корреляции всех рассматриваемых показателей между собой.

Принимая во внимание, что рассматриваемые нами показатели представлены рядами динамики, в которых, как правило, из-за тенденции присутствует автокорреляция (связь уровней ряда между собой), оценка факторов на наличие мультиколлинеарности была проведена не по фактическим данным, а по отклонениям от тренда. Для этого с помощью ПП Microsoft Excel по фактическим данным для каждого из факторных, а также для результативного признака были построены линии тренда, оптимальные из которых выбраны по максимальному значению коэффициента детерминации ( $R^2$ ).

Таким образом, за 2002-2012гг. теоретические значения объема выполненных

научных и научно-технических работ ( $y$ ) представлены уравнением линейного тренда:

$$y = 909,2x + 1404, \text{ для } R^2 = 0,987;$$

- общей суммы расходов на инновационную деятельность ( $X_1$ ) представлены уравнением степенной аппроксимирующей (сглаженной) кривой:  $y = 2450, x^{0,661}$ , для  $R^2 = 0,832$ ;
- количества организаций, которые выполняют научные исследования и разработки ( $X_2$ ) – уравнением параболы третьего порядка:  $y = 0,526x^3 - 12,61x^2 + 55,21x + 1433$ , для  $R^2 = 0,987$ ;
- теоретические значения численности ученых ( $X_3$ ) также представлены уравнением параболы третьего порядка:  $y = 23,17x^3 - 557,2x^2 + 1134, x + 10642$ , для  $R^2 = 0,982$ .

По каждому анализируемому ряду динамики были исчислены отклонения от трендов и на основе полученных отклонений была рассчитана матрица парных коэффициентов корреляции, результаты расчетов которой приведены в табл. 2.

Таблица 2

### Матрица парных коэффициентов корреляции

Переменные	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
Y	1			
X <sub>1</sub>	0,238	1		
X <sub>2</sub>	0,038	-0,343	1	
X <sub>3</sub>	-0,036	-0,436	0,901	1

Анализ матрицы парных коэффициентов корреляции свидетельствует о том, что из рассматриваемых факторов коллинеарными будут факторы  $X_2$  и  $X_3$ , так как их парный коэффициент корреляции  $r_{X_2, X_3} = 0,901$

Следовательно, в модель достаточно включить один из них. Для окончательного выбора одного из них сравним показатели парной корреляции этих факторов с результативным признаком. Данное сравнение показало, что фактор  $X_3$  – численность ученых, наименее тесно связан с результативным признаком ( $r_{y, X_3}^2 = 0,13\%$ ). Следовательно, целесообразно будет исключить фактор  $X_3$  из дальнейшего анализа.

Таким образом, качественный анализ показателей-факторов при первичном отборе и проведенная количественная их оценка позволяют сделать вывод о возможности моделирования объема выполненных научных и научно-технических работ за 2002-2012 гг. в зависимости от показателей общей суммы расходов на инновационную деятельность и количества организаций, которые выполняют научные исследования и разработки.

Аналитическая форма выражения связи результативного признака и отобранных факторных признаков является многофакторным (множественным) уравнением регрессии, или моделью связи. Уравнения линейной множественной регрессии имеет вид:

$$\overline{y_{x_i}} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m \quad (1)$$

Параметры  $a_i$ ,  $i = \overline{1, m}$  уравнения 1 показывают, на сколько единиц своего измерения изменится  $y$ , если  $x_i$  изменится на единицу своего измерения при условии, что другие факторы, включенные в уравнение, также влияют на изменение  $y$ , но не варьируют, то есть, зафиксированы на уровне своего среднего значения.

Следует отметить, что параметры уравнения 1 оценивают меру зависимости между факторными и результативным признаками в натурально-вещественной форме, то есть они могут быть несравнимы друг с другом. Поэтому обязательно наряду с расчетом параметров натурального уравнения связи рассчитываются стандартизованные коэффициенты регрессии

или  $\beta_i$ -коэффициенты:

$$\beta_i = a_i \frac{\sigma_{x_i}}{\sigma_y},$$

где  $a_i$ - параметры натурального уравнения связи.

Стандартизованное уравнение регрессии имеет такой вид:

$$t_{y_{x_i}}^- = \beta_1 t_{x_1} + \beta_2 t_{x_2} + \dots + \beta_m t_{x_m}, \quad (2)$$

где  $t_{y_{x_i}}^-$ ,  $t_{x_m}$  – стандартные отклонения, соответственно, результативного и факторных признаков:

$$t_{y_{x_i}}^- = \frac{y - \bar{y}}{\sigma_y}; \quad t_{x_m} = \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sigma_{x_i}}.$$

Соотношения  $\beta_i$ - коэффициентов уравнения 2 дают возможность сопоставить силу влияния факторных признаков на результативный; они показывают, на сколько среднеквадратических отклонений изменится результативный признак, если факторный увеличится на одно среднеквадратическое отклонение, при условии, которые рассмотрены выше.

Для определения формы связи рассчитаны с помощью ППП «BP-STAT» основные модели множественной регрессии: линейная, гиперболическая, квадратическая и степенная. Оптимальная форма уравнения регрессии определена путем расчета формальных критериев аппроксимации для каждой из рассмотренных зависимостей. Вывод о форме связи принимался на основе сравнения исчисленных критериев (табл. 3).

Таблица 3

**Формальные критерии аппроксимации для определения оптимальной формы уравнения регрессии**

Формы зависимости	Формальные критерии аппроксимации			
	$\varepsilon_{отн} \cdot, \%$	Frасч.	Д ( $R^2$ ), %	МНК
Линейная	3,24	199,81	98,85	1063481,50
Гиперболическая	4,89	111,53	97,95	1888099,38
Квадратическая	9,42	41,51	94,68	4903359,95
Степенная	4,04	222,81	98,96	1836841,75

Для оценки значимости уравнения связи был использован критерий Фишера-Снедекора (F-критерий), который для линейной формы зависимости составил:

$$F_{расч.} = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m - 1} = 199,81.$$

Табличное значение ( $F_{табл.}$ ) находим по таблицам F-критерия, при заданном уровне статистической значимости ( $\alpha$ ) и числами степеней свободы:  $k_1 = m - 1$ ;  $k_2 = n - m$

Известно, что если  $F_{расч.} > F_{табл.}$  то уравнение множественной регрессии есть статистически значимым или достоверным. В нашем случае имеем теоретическое значение критерия:

$$F_{\alpha} = \left\{ \begin{array}{l} \alpha = 0,05 \\ k_1 = 3 \\ k_2 = 7 \end{array} \right\} = 8,94, \text{ т.е. } F_{расч.} > F_{\alpha}$$

Это означает, что уравнение связи является статистически достоверным и может быть использовано для описания зависимости между рассматриваемыми показателями.

Также следует отметить, что среди всех рассматриваемых форм зависимостей, наибольшее значение F-критерия имеет степенная функция ( $F_{расч} = 222,81$ )

Для того, чтобы определить, на сколько процентов вариация результативного признака обусловлена вариацией факторных признаков, входящих в уравнение регрессии, были рассчитаны множественные коэффициенты детерминации ( $R_{y, x_1, x_2}^2$ ). Для линейной зависимости он равен 0,9885 или 98,85%, т.е. доля зависимости вариации объема выполненных научных и научно-технических работ от вариации факторных признаков, входящих в уравнение линейной регрессии. Среди рассматриваемых форм зависимостей, наибольшее значение данного показателя было отмечено также у степенной формы зависимости (98,96%), т.е. вариация объема выполненных научных и научно-технических работ на 98,96% зависит от вариации факторных признаков, описываемых уравнением степенной регрессии.

Для оценки статистической точности модели используется относительная ошибка аппроксимации:

$$\varepsilon_{оми} = \left( \sum \frac{|y - y_x|}{y} \right) \div n \cdot 100$$

Для уравнения линейной регрессии  $\varepsilon_{оми} = 3,24\% < 15\%$ , это подтверждает соответствие критерию статистической точности.

Также следует отметить, что среди всех рассмотренных форм зависимостей (табл. 3) наименьшее значение относительной ошибки аппроксимации отмечено именно в линейной форме зависимости, соответственно, которая является наиболее точной.

В качестве последнего критерия для выбора формы зависимости была принята сумма квадратов отклонений фактических значений уровня от расчетных, полученных выравниванием, т.е.

$$\text{критерий МНК} = \min \sum y_t - \hat{y}_t^2 = 1063481,50.$$

Величина критерия МНК для линейной формы зависимости является наименьшей среди остальных форм зависимостей.

Сравнительный анализ формальных критериев аппроксимации позволяет сделать вывод, что наиболее подходящими формами зависимости для дальнейшего анализа являются линейная и степенная.

Однако степенная функция за несколько последних изучаемых лет будет отображать стремительный рост объема выполненных научных и научно-технических работ, что практически невозможно в настоящих условиях рыночной экономики.

Таким образом, оптимальной формой связи наиболее достоверно отображающей фактические данные, является линейная функция, уравнение регрессии которой выглядит следующим образом:

$$y_{x_1, 2, t} = 5310,11 + 0,04 \cdot x_1 - 2,53 \cdot x_2 + 794,5 \cdot t \quad (3)$$

Включение в уравнение регрессии 3, кроме отобранных при предварительном анализе двух факторов, еще и временного фактора t обусловлено тем, что это позволяет исключить появление ложной корреляции при построении модели по рядам динамики.

Параметры линейной модели правомерно сопоставлять в случае, когда факторные признаки имеют примерно равную вариацию.

В данном исследовании это требование не выполняется. Поэтому для определения степени влияния вариации факторных признаков на вариацию результативного показателя определяем стандартизованные коэффициенты многофакторной линейной регрессии (табл. 4):

Таблица 4

**Стандартизованные коэффициенты многофакторной линейной регрессии**

	X1	X2	t
$\sigma_{x_i}$	3820,7	104,9	3,317
$\sigma_y$	3035,3	3035,3	3035,3
$a_y$	0,04	-2,53	794,5
$\beta_1$	0,05	-0,088	0,868

$$\beta_1 = a_1 \frac{\sigma_{x_1}}{\sigma_y} = 0,05; \beta_2 = a_2 \frac{\sigma_{x_2}}{\sigma_y} = -0,088; \beta_t = a_t \frac{\sigma_t}{\sigma_y} = 0,868$$

Тогда стандартизованное уравнение регрессии будет иметь такой вид:

$$\bar{y}_{x_1,2,t} = 0,05 \cdot x_1 - 0,088 \cdot x_2 + 0,868 \cdot t$$

Таким образом, можно сделать вывод, что наибольшее влияние на объем выполненных научных и научно-технических работ (Y) оказывает количество организаций, которые выполняют научные исследования и разработки (X<sub>2</sub>). В меньшей степени на результативный признак оказывает влияние общая сумма расходов на инновационную деятельность (X<sub>1</sub>).

Между результативным признаком и общей суммой расходов на инновационную деятельность (X<sub>1</sub>) по фактическим данным наблюдается следующая тенденция: объем выполненных научных работ (Y) увеличивается параллельно с увеличением суммы расходов на инновационную деятельность на протяжении 2002-2012 годов.

Обратная картина наблюдается между результативным признаком и количеством организаций, которые выполняют научные исследования и разработки (X<sub>2</sub>): их количество уменьшается на протяжении 2002-2012 гг., в то время как объем выполненных научных и научно-технических работ растет. Об этом говорит отрицательное значение стандартизованного коэффициента многофакторной линейной регрессии, который равен - 0,088.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что линейная функция является оптимальной формой связи, наиболее достоверно отображающей тенденции и закономерности развития объема выполненных научных и научно-технических работ за период 2002-2012гг., а, следовательно, по данному уравнению регрессии возможно построить максимально точный прогноз развития рассматриваемого показателя за пределами 2012 года.

Чтобы использовать уравнение регрессии и эконометрические модели для прогнозирования, необходимо:

- для каждой независимой переменной (экзогенной) иметь уравнение тренда или модель закономерности изменения уровня ряда;
- считать, что выявленные с помощью регрессионного анализа зависимости между независимыми и зависимой переменными в прогнозируемом интервале на период упреждения практически не изменяются, т.е. сохраняется сложившаяся форма связи.

Точечный прогноз по многофакторным регрессионным моделям рассчитывается путем подстановки в уравнение регрессии точечных прогнозных значений факторных признаков на конкретный период упреждения, включая фактор времени [9, с.268].

Таким образом, статистическое моделирование выступает одним из эффективных способов познания статистических закономерностей. Особое значение моделирование



приобретает для исследования социально-экономических явлений и процессов, закономерность которых формируется под воздействием множества взаимосвязанных факторов, и которые отличаются достаточной сложностью функционирования. Статистические модели дают возможность анализировать указанные явления и процессы, выполнять прогнозирование, разрабатывать и реализовывать оптимальные управленческие решения.

**Заключение.** Полученные результаты статистического моделирования дают возможность сформировать направления развития инновационной деятельности.

Для активизации инновационной деятельности государству необходимо:

- разработать действенную государственную программу инновационного развития экономики Украины с учётом опыта ведущих экономик мира;
- внести поправки в законодательную базу в сфере управления инновационной деятельности;
- освободить вновь создаваемые производственные и инновационные малые предприятия от налогообложения, как минимум, в течение первых 3-х лет их деятельности;
- искать пути диверсификации эффективной финансовой поддержки инновационных предприятий, используя опыт развитых стран;
- создать и развивать региональные инфраструктуры ресурсной, информационной, научно-технической и финансовой поддержки малого производственного предпринимательства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базилевич А.И. Инновационный менеджмент предприятия: учеб. пособие / А.И. Базилевич. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 458 с.
2. Геєць В.М. Інноваційні перспективи України: навч. посіб. / В.М. Геєць, В.П. Семиноженко. – Х.: Константа, 2010. – 272 с.
3. Логутова Т.Г. К вопросу о трактовке понятий «инновация» и «инновационная деятельность» / Т.Г. Логутова, Е.И. Бойчук. // Вісник приазовського державного технічного університету. – 2008. – № 18. – С.39-45.
4. Крамченко Л.І. Статистика ринку: навч. посіб. / Л.І. Крамченко – Л.: «Новий Світ – 2000», 2009. – 296 с.
5. Моторин Р.М. Економічна статистика: навч. посіб./ Р.М. Моторин. – К.: КНЕУ, 2005. – 362 с.
6. Гаврилова О.Ю. Концептуальні основи інноваційної стратегії розвитку національної економіки / О.Ю. Гаврилова // Бізнес-інформ. – 2012. – № 5. – С.82-83.
7. Україна. Закони. Про інноваційну діяльність [у ред. від 04.02.2002 № 40-IV із змінами та доповненнями] // Офіційний сайт Верховної Ради України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=40-IV>
8. Научная и инновационная деятельность: Статистический сборник Украины // Государственный комитет статистики Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ukrstat.org/druk/katalog/kat\\_r/publnauka\\_r.htm](http://ukrstat.org/druk/katalog/kat_r/publnauka_r.htm)
9. Шамилева Л.Л. Статистическое моделирование и прогнозирование: курс лекций: учебное пособие / Л.Л. Шамилева. – Донецк: Каштан, 2008. – 310 с.

Предоставлено в редакцию 04.10.2015 г.