

Фиров А.Н.

Совершенствование методов оценки эффективности инноваций при создании перспективных образцов ВВТ

Разработаны предложения по совершенствованию методов оценки эффективности инноваций при создании перспективных образцов ВВТ в части повышения достоверности прогнозирования затрат на инновации. Один из предложенных методов основан на использовании евклидова расстояния, отражающего степень отличия образцов. Другой метод представляет собой сочетание первого метода с методом степенного коэффициента торможения. Проведен сравнительный анализ точности прогноза стоимостных показателей предложенными методами с точностью прогноза на основе регрессионных зависимостей. Показано, что по точности предложенные методы фактически не уступают известным методам. Однако их применение в отличие от многофакторных регрессионных моделей возможно в условиях ограниченной информации, характерных для стадии исследования и обоснования разработки, где и проводится оценка эффективности инноваций.

Термин «инновация» заимствован из английского языка и трактуется в литературе как «нововведение, новшество». Впервые он был введен в оборот известным австрийским экономистом Йозефом Шумпетером в начале прошлого века. Под «инновацией» Й. Шумпетер понимал определенную фазу внедрения новшества, воплощение изобретения, оригинальной идеи в реальном процессе научной и производственно-хозяйственной деятельности. Он же установил принципиальное различие между изобретением и инновацией. Изобретение представляет собой проект или модель нового или усовершенствованного продукта, устройства, технологии и т.п., в то время как об инновации в экономическом смысле можно говорить лишь после заключения первой коммерческой сделки, связанной с ее реализацией.

В настоящее время не существует единой трактовки термина инновация. В данной статье будем придерживаться определения инновации, данного в работе [1]. Инновация – это конечный результат инновационной деятельности, воплощенный в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке. Характерными чертами инноваций являются новизна (применение впервые), доведение до рынка, направленность на более высокий уровень показателей качества продукта инновационной деятельности, в т.ч. повышение эффективности в сфере применения. Инновационная деятельность в большинстве работ представляется

как деятельность, связанная с разработкой, распространением и внедрением инноваций.

Как известно, термин инновация употребляется в отношении различных видов деятельности: организационной, производственной, научно-исследовательской, учебной и т.д. Инновации в каждой из этих сфер имеют свои особенности, обусловленные спецификой продукта инновационной деятельности. Если инновация рассматривается в качестве продукта, то инновации в научно-технической сфере представляет собой новое научно-техническое достижение, используемое на практике и воплощенное в новом издании или технологическом процессе. При этом существуют определенные особенности инновационной деятельности и оценки эффективности ее результатов, определяемые спецификой изделий, в которых воплощены инновации.

Если рассматривать вооружение и военную технику, то при создании новых образцов, значительная часть которых представляет собой сложные технические системы, реализуется, как правило, множество инноваций, при этом рынок представляет собой монополию (ряд инноваций имеют или могут иметь двойное назначение, но это уже несколько иной аспект рассматриваемой в статье проблемы).

Очевидно, что одна из основных проблем активизации инновационной деятельности связана с вопросами финансирования. С одной стороны, инновационная деятельность требует крупномасштабных капиталовложе-



ний, обусловленных её особой ролью в экономическом и социальном развитии государства, высокой степенью неопределенности и непредсказуемостью результатов исследований и научных разработок, длительным сроком окупаемости инвестиций в инновации и рядом других причин. С другой стороны, возможности государства в области финансирования инновационной деятельности ограничены. В области вооружения и военной техники проблема усугубляется ограниченными возможностями привлечения внебюджетных средств.

Указанные обстоятельства обуславливают повышенные требования к обоснованности принимаемых решений, что может быть обеспечено только на основе современного научно-методического аппарата оценки анализа и прогнозирования результатов инновационной деятельности. В основе принятия решений о целесообразности вложения средств в инновации лежит оценка их эффективности.

Как известно, эффективность – соизмеримость результатов деятельности (в данном случае инновационной) с затратами на ее осуществление. Таким образом, для оценки результатов инновационной деятельности необходимо решить две базовые задачи: спрогнозировать необходимый объем финансовых средств и определить эффект от реализации инноваций.

Эффект от инноваций, реализуемых в ВВТ, связан с повышением их тактико-технических характеристик. Методология его расчета достаточно развита и специфична для тех или иных видов образцов. Этого нельзя сказать в отношении научно-методического аппарата прогнозирования затрат на инновационную деятельность в военно-технической сфере.

С одной стороны, затраты на разработку такой наукоемкой продукции, как ВВТ, определяются множеством факторов, основную группу которых составляют показатели качества образцов (главным образом показатели назначения). С другой стороны, образцы ВВТ представляют собой уникальные изделия, что существенно ограничивает объем исходной информации, необходимой для обеспечения приемлемого уровня достоверности прогноза экономических оценок. В от-

ношении ВВТ проблема ограниченности информации усугубляется снижением интенсивности разработки перспективных образцов ВВТ и несовместимостью информации, обусловленной реформированием экономики.

Таким образом, как отмечается в работе [2], при прогнозировании в области экономики мы часто сталкиваемся, с одной стороны, с многофакторностью явлений и процессов, а, с другой стороны, - с ограниченностью фактических данных. В результате этого нередко возникают ситуации, когда имеющихся данных недостаточно для применения статистических методов их обработки. Для проведения анализа и прогнозирования в таких условиях применяются специальные методы, в той или иной степени учитывающие специфические условия и адаптированные к особенностям решаемой задачи. Так для установления экономических закономерностей в рассматриваемой ситуации применяется, как правило, так называемый метод обобщений и абстракций, упрощающий процесс анализа экономических явлений. Он предполагает исследование наиболее существенных сторон изучаемого явления и отвлечение от всего второстепенного и случайного.

Вместе с тем, абстрагирование допустимо до определенного предела, а обоснованное выделение существенных сторон, в свою очередь, требует проведения факторного анализа и соответствующего объема информации. В результате, пытаясь решить проблему недостаточности информации, мы вновь возвращаемся к ней.

Объективную неопределенность невозможно устранить углубленным анализом, усложнением математических моделей. Неопределенность, как объективный фактор, всегда присутствует при исследовании сложных реальных процессов, в том числе и, особенно, при исследовании экономических процессов.

Несмотря на это в значительной части работ по совершенствованию методологии оценки и прогнозирования затрат на разработку и производство ВВТ предлагается в интересах повышения обоснованности по прежнему усложнять модели. Рекомендуется учитывать все больше и больше факторов,



ряд из которых может быть определен с приемлемой точностью лишь на более поздних этапах работ. Вводится множество коэффициентов, большинство из которых в условиях значительной неопределенности, характерной для этапа исследования и обоснования разработки перспективных образцов, определяется экспертно. Причем ряд коэффициентов имеет значительный диапазон изменения. В результате, стремясь повысить точность экономических оценок путем такого усложнения моделей, мы по существу получаем обратный результат.

Требуется разработка новых оригинальных подходов к построению многофакторных экономико-математических моделей прогнозирования затрат на разработку и производство образцов ВВТ в условиях недостаточной информации для применения статистических методов ее обработки. В работе [2] автором предложен один из таких подходов.

Как известно прогноз выводится из высказываний о законе, что обеспечивает его научность. При этом, как отмечается в ряде работ (см., например, [3]), важны два момента.

Во-первых, высказывание о законе дает возможность в общем информационном поле прогнозирования сделать описание поля возможностей, которое становятся действительностью при реализации условий действия закона. В случае знания объективного закона делаются достоверные высказывания о реализации условий его действия и могут быть предсказаны будущие ситуации, которые благодаря этому закону могут восприниматься как реально возможные.

Во-вторых, высказывание о законе обеспечивает научность прогноза, т.к. объективная связь между элементами, которые описываются, является общей, необходимой и существенной.

Таким образом, для обеспечения научности и достоверности прогноза в основу разработки экономико-экономических моделей должно быть положено высказывание о законах (закономерностях). При этом устойчивые связи между элементами модели могут быть выражены в качественном виде.

Переход от качественных описаний закономерностей к формированию количествен-

ных отношений между величинами на точном математическом языке может быть осуществлен непосредственно при построении экономико-математических моделей.

Так для построения модели, отражающей связь между величиной Y и X , при использовании соответствующих методологических принципов может оказаться достаточным знание лишь качественных закономерностей. Например, это высказывания типа: Y является неубывающей функцией переменной X ; с ростом переменной X величина Y возрастает; с ростом переменной X величина Y уменьшается и т.п. Более того, как правило, отношения между исследуемыми величинами могут иметь и более точное отражение. Нередко, не зная количественных связей между исследуемыми величинами, мы имеем сложившееся представление о виде функции. Например, часто может быть достоверно известно, что Y является линейной, степенной, логарифмической или какой-либо другой функцией переменной X . При определении вида функции могут с успехом использоваться известные подходы анализа, в частности, компаративный анализ, в основе которого лежит сравнение и использование аналогий между различными явлениями и процессами.

Даже если не будет сформировано сколько-нибудь определенного представления о виде функции, то на основе качественного описания взаимосвязи между величиной Y и переменной X , как правило, не представляет особого труда определить некоторый набор типовых функций, соответствующих известному качественному описанию взаимосвязи.

Прогнозы, сделанные на основе использования таких характерных для исследуемого процесса типовых функций, безусловно, являются научными, т.к. базируются на знании объективных закономерностей. При этом прогнозирование может обоснованно проводиться как на любой отдельно взятой модели, так и на их совокупности с последующим анализом результатов и выведением некоторого общего суждения.

Таким образом, для построения адекватной модели и проведения на ее основе объективного прогноза достаточно знать лишь



тип (вид) зависимости между анализируемыми величинами. Это довольно лояльное, но в то же время обязательное условие.

Очевидно, что типы моделей, применяемые для прогнозирования затрат, разнообразны: линейные, степенные, экспоненциальные и т.п. Тем не менее, несмотря на разнотипность моделей, для их построения в условиях недостаточной информации для применения статистических методов ее обработки могут быть разработаны общие принципы и правила.

Автором в работе [2] рассмотрены достаточно распространенные для прогнозирования затрат на создание ВВТ степенные и линейные модели:

степенная модель

$$C = b_0 \cdot P_1^{b_1} \cdot P_2^{b_2} \dots \cdot P_i^{b_i} \cdot \dots \cdot P_m^{b_m}, \quad (1)$$

линейная модель

$$C = a_0 + \sum_{i=1}^m a_i \cdot P_i, \quad (2)$$

где

C – некоторый показатель экономического содержания (затраты на НИОКР, производство, трудоемкость работ и прочее) – некоторый зависимый показатель, являющийся функцией совокупности переменных P_i ;

P_i – i -й параметр (фактор-аргумент), влияющий на исследуемый показатель экономического содержания, $i = \overline{1, m}$;

a_0, b_0, a_i, b_i – коэффициенты.

Необходимо разработать подход к построению экономико-математических моделей, в рассматриваемом случае вида (1) или (2), в условиях ограниченной информации, исключающих или создающих принципиальные трудности концептуального характера для применения известных статистических методов обработки данных, например, регрессионного и корреляционного анализа.

В обеспечение разработки многопараметрических экономико-математических моделей в рассматриваемых условиях в работе [2] вводится ряд допущений, компенсирующих ограниченность объема современных данных, и тем самым частично разрешая отмеченную выше проблему неопределенности.

Степень влияния того или иного параметра на величину «С», с одной стороны, может быть установлена на основе приведенных выше зависимостей. С другой стороны, указанное влияние может быть оценено на основе обработки и анализа результатов экспертного опроса. Указанные оценки найдутся между собой в некотором отношении, отражение которого через принятое условие (допущение) позволит использовать результаты экспертных оценок для разработки многопараметрической зависимости величины «С» от рассматриваемых факторов. При этом, учитывая сложность (фактически невозможность) интуитивного обоснования экспертами абсолютной оценки влияния той или иной переменной на величину «С», при разработке зависимостей необходимо использовать показатели, отражающие их относительное влияние. Представляется, что расчет коэффициентов важности переменных факторов с точки зрения их влияния на величину «С» целесообразно проводить на основе решения задачи шкалирования в шкале отношений, использовать, например, метод собственных значений Т. Саати.

Для построения функции вводится очевидное допущение, что соотношения степеней влияния переменных на показатель «С», установленные на основе обработки результатов экспертного опроса, соответствуют аналогичным соотношениям, установленным аналитически на основе типовых моделей.

Пусть V_i – коэффициент относительной важности P_i – го фактора, отражающий степень влияния указанного фактора на показатель «С».

Коэффициенты относительной важности факторов удовлетворяют известному условию:

$$\sum_{i=1}^m V_i = 1. \quad (3)$$

С учетом введенного обозначения принятое допущение сводится к следующему: отношение коэффициентов важности факторов равно отношению частных производных функции по этим параметрам, т.е.

$$\frac{V_i}{V_j} = \frac{dC/dP_i}{dC/dP_j}, \quad \forall i = \overline{1, m} \text{ и } j = \overline{1, m}. \quad (4)$$

В работе [2] в результате решения системы уравнений построены зависимости определения коэффициентов $a_0, b_0, \{a_i\}, \{b_i\}$.

Так, применительно к степенной модели коэффициенты b_i и b_0 будут определяться соответственно по зависимостям:

$$b_i = \frac{\ln C_B - \ln C_A}{\frac{P_{iA}}{P_{iB}} \sum_{k=1}^n W_k^* \cdot \frac{P_{kB}}{P_{kA}} \cdot \ln \frac{P_{kB}}{P_{kA}}}, \quad (5)$$

$$b_0 = \frac{C_A}{\prod_{i=1}^n (P_{iA})^{b_i}}, \quad (6)$$

где

C_A, C_B - экономические показатели двух существующих образцов рассматриваемого вида, соответственно образца «А» и образца «В».

W_k^* - нормированный коэффициент относительной важности k -го фактора, рассчитанный по установленным правилам.

Коэффициенты линейной модели при переходе к относительным величинам определяются по следующим формулам:

$$a_i = \frac{V_i \cdot \Delta C}{\sum_{i=1}^n V_i \cdot \Delta \bar{P}_i}; \quad (7)$$

$$a_0 = C_B - \frac{\Delta C \cdot \sum_{i=1}^n V_i \cdot \bar{P}_{iB}}{\sum_{i=1}^n V_i \cdot \Delta \bar{P}_i} \quad (8)$$

Евклидово расстояние между этими состояниями определяется по зависимости:

$$R_{t(t-1)} = \sqrt{(x_{t1} - x_{(t-1)1})^2 + \dots + (x_{ti} - x_{(t-1)i})^2 + \dots + (x_{tm} - x_{(t-1)n})^2} \quad (9)$$

Тогда приращение величины Y на единицу показателя R можно выразить следующим образом:

$$y_R^{отн} = \frac{y_t - y_{t-1}}{R_{t(t-1)}} \quad (10)$$

где $\Delta \bar{P}_i$ - относительное отличие (изменение) i -го фактора состояния системы «В» от аналогичного фактора состояния системы «А»;

ΔC - отклонение показателя C состоянии системы «А» и «В».

Прогнозирование экономического показателя при значительном количестве влияющих на него факторов, ограниченности информации и трудности определения степени их влияния можно проводить с использованием метрик. Как известно, геометрическая близость объектов (образцов ВВТ) как точек в многомерном пространстве может быть истолкована как свидетельство их сходства. Наиболее трудным в такой интерпретации степени сходства между объектами является вопрос о выборе метрики в данном пространстве (вопрос о задании расстояния между двумя точками). Наиболее употребляемые показатели расстояния: расстояние по Хеммингу и евклидово расстояние.

Рассмотрим самую распространенную меру – евклидово расстояние. Как оно может быть использовано при прогнозировании экономических показателей образцов ВВТ? Задачу вначале рассмотрим в общей постановке.

Пусть нам известны два состояния экономической системы в период времени $(t-1)$ и t характеризующиеся показателями y_{t-1} и y_t . Для указанных состояний известна совокупность факторов, влияющих на указанные показатели:

$$\{x_{(t-1)1}, x_{(t-1)2}, \dots, x_{(t-1)i}, \dots, x_{(t-1)n}\} \quad \text{и}$$

$$\{x_{t1}, x_{t2}, \dots, x_{ti}, \dots, x_{tn}\}.$$

Факторы предстоящего состояния системы обозначим в виде множества:

$$\{x_{(t+1)1}, x_{(t+1)2}, \dots, x_{(t+1)i}, \dots, x_{(t+1)n}\}.$$

Прогнозное значение показателя в момент времени $(t+1)$ можно будет определить по зависимости:



$$y_{t+1} = y_t + y_R^{омн} \cdot R_{(t+1)t}, \quad \text{Где:} \quad (11)$$

$$R_{(t+1)t} = \sqrt{(x_{(t+1)1} - x_{t1})^2 + (x_{(t+1)2} - x_{t2})^2 + \dots + (x_{(t+1)i} - x_{ti})^2 + \dots + (x_{(t+1)n} - x_{tn})^2}.$$

Факторы оказывают разное воздействие на показатель y . Указанный недостаток устраняется подбором весов V_i . С учетом весов мерой сходства служит так называемое взвешенное евклидово расстояние.

В этом случае евклидово расстояние $R_{t(t-1)}$ будет определяться по зависимости:

$$R_{t(t-1)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n V_i (x_{ti} - x_{(t-1)i})^2}. \quad (12)$$

Аналогично определяется и $R_{(t+1)t}$.

Более важным при прогнозировании экономических показателей, на наш взгляд, является учет разной размерности факторов путем перехода к относительным величинам. В этом случае степень сходства (различия) состояния систем будем определять по формуле:

$$R_{t(t-1)}^{омн} = \sqrt{\left(\frac{x_{t1} - x_{(t-1)1}}{x_{t2}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{x_{ti} - x_{(t-1)i}}{x_{ti}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{x_{tn} - x_{(t-1)n}}{x_{tn}}\right)^2}. \quad (13)$$

Аналогично определяется и величина $R_{(t+1)t}^{омн}$.

Тогда расчетные формулы примут вид:

$$y_R = \frac{y_t - y_{t-1}}{R_{t(t-1)}^{омн}}, \quad (14)$$

$$y_{t+1} = y_t + y_R \cdot R_{(t+1)t}^{омн}. \quad (15)$$

Применяя изложенный выше подход для прогнозирования стоимостных показателей образцов ВВТ (цена, себестоимость, трудоемкость и т.п.) получим следующие зависимости:

$$C_D = C_B + C_R^{y\delta} \cdot R_{BD}^{омн}. \quad (16)$$

$$C_R^{y\delta} = \frac{C_B - C_A}{R_{AB}^{омн}}, \quad (17)$$

$$R_{AB}^{омн} = \sqrt{\left(\frac{P_{1B} - P_{1A}}{P_{1A}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{P_{iB} - P_{iA}}{P_{iA}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{P_{nB} - P_{nA}}{P_{nA}}\right)^2}, \quad (18)$$

$$R_{BD}^{омн} = \sqrt{\left(\frac{P_{1D} - P_{1B}}{P_{1B}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{P_{iD} - P_{iB}}{P_{iB}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{P_{nD} - P_{nB}}{P_{nB}}\right)^2}, \quad (19)$$

где

$C_R^{y\delta}$ - цена единицы пространственного расстояния между образцами «А» и «В»;

C_A, C_B - некоторые показатели экономического содержания ранее созданных образцов «А» и «В» (зависимые показатели, являющиеся функцией совокупности переменных P_i ;

P_i - i -й параметр (фактор-аргумент), влияющий на исследуемый показатель экономического содержания, $i = \overline{1, m}$;

Для подтверждения научной и практической значимости предлагаемого методического аппарата оценки затрат на инновации рассмотрим вопросы достоверности или точности получаемых результатов прогноза.



В различных словарях точность трактуется как степень приближения истинного значения параметра процесса, предмета и т.п. к его теоретическому значению. Чем меньше относительное отклонение истинного значения от расчетного, тем выше точность прогноза.

Существует несколько подходов подтверждения достоверности: верификацией, аналитически, экспериментально, подтверждение практикой, сопоставление результатов, полученных на основе предлагаемого нового научно-методического аппарата, с результатами, полученными известными методами.

Достоверность первого подхода подтверждена его практическим применением. Для подтверждения достоверности результатов, полученных с использованием евклидова расстояния, проведем сопоставление резуль-

татов, полученных предлагаемым методом, с результатами прогноза, полученными на основе регрессионных зависимостей. Учитывая, что по оборонной тематике проблематично собрать исходные данные, в объеме достаточном для разработки многофакторных регрессионных зависимостей, проведем сопоставительный анализ методов в отношении открытых данных. Ниже в таблице 1 приведены исходные данные Росстата за последние 10 лет по валовому региональному продукту Московской области (параметр «С») и основные показатели, влияющие на указанные показатели (факторы {P}). В качестве фактор-аргументов учитываются такие показатели, как среднегодовая численность занятых в экономике, основные фонды в экономике, инвестиции в основной капитал и др.

Таблица 1.

Исходные статистические данные

N п/п	C	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
1	160,0	2386,6	550,9	138,0	29,9	55,0	99,3
2	193,6	2441,9	685,6	209,7	31,4	55,0	122,3
3	267,0	2459,6	811,6	228,2	29,4	60,0	153,8
4	370,8	2483,1	1007,6	290,7	37,8	90,6	194,4
5	447,1	2576,8	1282,5	380,0	37,6	136,0	283,4
6	548,6	2689,5	1431,0	532,8	49,8	162,0	369,9
7	704,4	2740,2	1762,8	701,2	54,5	225,0	495,5
8	938,4	2771,6	2143,8	969,0	57,9	372,0	660,8
9	1306,1	2860,1	2932,7	1231,8	58,1	445,0	887,4
10	1685,5	2946,9	3460,0	1145,2	75,2	327,0	893,9

На основе представленных исходных данных построены следующие линейные модели:

шестифакторная модель $C = f(P_1, P_2, P_3, \dots, P_6)$;

четырёхфакторная модель $C = f(P_2, P_3, P_4, P_6)$;

трехфакторная модель $C = f(P_2, P_4, P_6)$;

однофакторная модель $C = f(P_5)$;

Почему именно в такой последовательности строились модели? Любая формула или

модель должна быть не только формально математически правильной, но и теоретически обоснованной по существу рассматриваемого явления или показателя. Так при построении шестифакторной модели оказалось, что ВРП является обратной функцией от первого фактора (численность занятых в экономике) и от пятого фактора (инвестиции), что противоречит логике, поэтому они были исключены при построении трехфакторной модели, в которой проявились очередные теоретические изъяны и т.д.



Ошибки прогноза (относительные отклонения расчетных и фактических значений величины «С») приведены в таблице 2.

При проведении сравнительного анализа моделей необходимо учитывать следующие важные аспекты.

При построении регрессионных зависимостей мы исходили только из того, чтобы обеспечить наименьшее отклонение расчетных и фактических данных. При этом не учитывалось то обстоятельство, что в целях прогнозирования шестифакторная модель

может быть использована только для прогнозирования восьмого и последующих наблюдений, без учета вопросов адекватности модели и достоверности полученных на ее основе результатов (для построения корректной модели необходимо 30-40 наблюдений). Аналогично трехфакторная модель - для прогнозирования пятого и последующих наблюдений. С позиции корректности применение пятифакторной и трехфакторной модели при данном количестве наблюдений вообще невозможно.

Таблица 2

Относительное отклонение расчетных значений от индивидуальных наблюдений показателя «С» по различным моделям

Наблюдение	Относительная ошибка расчетных и фактических значений «С», %				
	6 - факторная модель	4 - факторная модель	3 - факторная модель	1 - факторная модель (№1)	Предлагаемая модель
1	1,162813	24,10081	30,01919	42,82069	-
2	3,634452	5,081973	2,472676	18,03363	-
3	8,084232	5,337079	4,953408	8,519888	20,7125
4	3,945901	2,337972	0,802508	8,151645	3,5705
5	1,003489	13,20157	12,88229	8,137441	9,7031
6	1,701859	4,450219	4,465366	3,048596	4,6837
7	2,792973	4,728947	4,33674	8,409157	9,6903
8	1,810774	3,346174	2,973167	30,68589	7,463
9	0,772973	0,756305	0,738596	11,48792	9,6969
10	0,364853	1,418398	1,505138	35,64481	9,0698
Средняя относительная ошибка модели					
	2,527432	6,475944	6,514907	17,49397	9,3237

Данные таблицы 2 свидетельствуют о высокой точности прогноза на основе использования предлагаемого метода. В данном конкретном примере точность прогноза сопоставима с точностью прогноза на основе четырехфакторной и трехфакторной регрессионных моделей. При этом прогнозирование возможно уже после второго наблюдения. Если не учитывать первую аномальную точку прогноза, где регрессионные модели вообще не применимы, то средняя ошибка прогноза предлагаемым методом аналогична регрессионным моделям и составит 7,7%.

Таким образом, предлагаемые подходы обладают высокой точностью прогноза в условиях недостаточной информации для применения статистических методов ее обработ-

ки, что уже подтверждено для первого из рассмотренных методов практическим применением, для второго – результатами сравнительного анализа метода с известным методом прогнозирования на основе регрессионных зависимостей.

Для применения методов необходимо иметь фактические данные только по двум образцам ВВТ. Поэтому они, по нашему мнению, должны найти достойное применение при прогнозировании затрат при создании перспективных образцов и способствовать повышению обоснованности принимаемых решений в области инноваций.

Предложенный подход к прогнозированию затрат может быть использован совме-

стно с методом линейного или степенного коэффициента торможения.

Пусть зависимость между стоимостным показателем и основным ценообразующим фактором степенная и имеет вид (1).

Пусть имеется два образца ВВТ одного вида – образец «А» и образец «В».

Для них справедливы зависимости:

$$C_A = b_0 \cdot P_A^b; \quad C_B = b_0 \cdot P_B^b.$$

В этом случае имеем:

$$\frac{C_B}{C_A} = \left(\frac{P_B}{P_A} \right)^b. \quad (20)$$

Это известная формула Берим.

На основе формулы (16) определяется степенной коэффициент b :

$$b = \frac{\ln\left(\frac{C_B}{C_A}\right)}{\ln\left(\frac{P_B}{P_A}\right)}. \quad (21)$$

Стоимостной показатель планируемого к разработке некоторого образца «D» определится по формуле:

$$C_D = C_B \cdot \left(\frac{P_D}{P_B} \right)^b. \quad (22)$$

Метод расчета, основанный на использовании степенного коэффициента торможения, имеет ряд недостатков. Наиболее существенный из которых состоит в том, что учитывается только один основной ценообра-

$$R_{GD}^{омн} = \sqrt{\left(\frac{P_{1G} - P_{1D}}{P_{1D}} \right)^2 + \dots + \left(\frac{P_{iG} - P_{iD}}{P_{iD}} \right)^2 + \dots + \left(\frac{P_{nG} - P_{nD}}{P_{nD}} \right)^2}. \quad (22)$$

В таблице 3 представлены результаты прогнозирования стоимостного показателя по предлагаемому методу и относительные

зующий фактор, что практически исключает возможность его применения при прогнозировании стоимостных показателей образцов ВВТ.

Предлагается стоимостной показатель планируемого к разработке образца представлять в виде двух составляющих. Первая составляющая – стоимостной показатель образца аналога. Вторая составляющая определяется с учетом метрики, отражающей степень отличия параметров аналога и разрабатываемого образца. При этом для прогнозирования стоимостного показателя необходимо иметь данные по трем аналогичным разработкам. Обозначим их образец «А», «В», «D». Планируется разработать образец «G».

Прогноз предлагается проводить по зависимости:

$$C_G = C_D + (C_D - C_B) \cdot \left(\frac{R_{GD}^{омн}}{R_{DB}^{омн}} \right)^b; \quad (23)$$

$$b = \frac{\ln\left(\frac{C_D - C_B}{C_B - C_A}\right)}{\ln\left(\frac{R_{DB}^{омн}}{R_{BA}^{омн}}\right)}. \quad (24)$$

Величины $R_{AB}^{омн}$ и $R_{DB}^{омн}$ определяются по формулам (18) и (19), соответственно. Величина $R_{GD}^{омн}$ определяется аналогично:

отклонения расчетных и фактических данных.

Таблица 3

Величина ошибки прогноза							
Наблюдение	4	5	6	7	8	9	10
Расчетное значение «С»	372,69	479,85	523,55	645,90	863,65	1175,24	1601,51
Фактическое значение «С»	370,8	447,1	548,6	704,4	938,4	1306,1	1685,5
Отклонение, %	0,5098	7,325	4,5656	8,3044	7,9658	10,019	4,9834



Согласно данным таблицы 3 средняя ошибка прогноза в рассматриваемом примере составляет всего 6,2%. Точность прогноза по предлагаемому методу аналогична (даже несколько выше) точности прогноза на основе многофакторных регрессионных зависимостей.

Таким образом предложенные методы прогнозирования затрат на продукцию военного назначения по точности практически не уступают многофакторным регрессионным зависимостям.

Вместе с тем, предлагаемый метод, основанный на использовании евклидова расстояния, может применяться при наличии данных всего по двум аналогичным изделиям. Такой же объем исходных данных необходим для применения экспертно-аналитического метода, изложенного в рабо-

те [2]. В последнем случае требуются дополнительно экспертные оценки.

Совместное использование евклидова расстояния и метода степенного коэффициента торможения повышает точность расчета. При этом, однако, необходимы данные не по двум, а по трем образцам.

В целом методы отличаются высокой точностью прогноза, могут использоваться при ограниченной информации, что характерно для ранних этапов создания образцов ВВТ. При необходимости можно повысить достоверность прогноза указанными методами, если использовать взвешенное евклидово расстояние. В этом случае, однако, потребуется экспертная оценка коэффициентов важности факторов.

Список использованных источников

1. Васильев С.И. Совершенствование методов конкурсного отбора инновационных проектов для государственных инвестиций/ С.И. Васильев; Дис. ...канд. эконом. наук. – М.: 2003. – 130с.
2. Фиров А.Н. Разработка экономико-математических моделей в условиях ограниченной статистической информации// Вопросы региональной экономики. 2010. -№2.
3. Глуценко В.В. Прогнозирование. М.: Вузовская книга, 2005. – 206 с.
4. Викулов, Г.П. Жуков, и др.; Под ред. С.Ф. Викулова С.Ф. Военно-экономический анализ. –М.: Военное издательство, 2001.-350с. – С. 30-37.

