

Четырбок Н.П.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Введение. Как уже указывалось выше, современное экономическое состояние Беларуси требует значительного повышения конкурентоспособности продукции отечественных предприятий. Поэтому создание условий для успешного протекания инновационных процессов является решающим фактором роста экономики как на макро- так и на мезоуровне. Одним из таких условий является их перспективное планирование. Однако если в масштабах страны существуют целостные подходы к оценке и прогнозированию инновационного развития, то в настоящее время еще не создано объективных методик, обеспечивающих проведение такого вида анализа в регионах [1-3].

Известны и широко применяются методы математического моделирования, прогнозирования и факторной оценки экономической динамики, над которыми работали такие ученые, как: М.Я. Брусиловский, С. Ю. Глазьев, П.Н. Завлин, Ю.Н. Иванов [4-7] и др. В то же время существуют определенные трудности в применении этих методов для математического моделирования процессов инновационного развития. Закономерности и особенности инновационной деятельности являются достаточно сложными, в связи с чем ее комплексный анализ представляется достаточно затруднительным. Это обстоятельство требует применения компактных и одновременно содержательно емких аналитических методов, прежде всего математических, что дает возможность перейти от чисто внешних описаний к системному исследованию объекта исследования.

Поэтому применение математики к изучению инновационных процессов в регионе как сложной динамической модели не только отражает тенденции современного познания, но и принципиально необходимо для выработки обоснованных решений в области формирования и реализации региональной инновационной политики. Управление инновационной деятельностью должно опираться на количественно обоснованные решения, что подтверждает и актуализирует необходимость применения методов математического анализа при исследовании инновационного развития региона. Преимущество математических моделей и методов заключается в возможности получения подтвержденных расчетами выводов о ходе и общих характеристиках инновационных процессов в регионе, и как следствие, конструировании механизмов управления ими.

Для моделирования инновационного развития экономики Брестской области прежде всего определим характеризующие его параметры, выявим факторы влияния.

Интенсивность и эффективность использования инновационного потенциала по рекомендации ОЭСР оценивается на базе следующих показателей [8, с. 90]:

- доля новой продукции в общем объеме производства промышленной продукции;
- уровень технологического развития (процентное соотношение используемых традиционных и прогрессивных технологий);
- наукоемкость экспорта (доля наукоемкой продукции в экспорте);
- степень развития трансфера технологий и участие предприятий в международном технологическом обмене.

Однако сравнительные международные показатели в силу ряда объективных причин либо не всегда актуальны для Беларуси, либо отсутствуют в материалах официальной статистики. Кроме того, при их использовании затруднительна интегральная количественная оценка процесса инновационного развития.

Напротив, в Комплексном прогнозе научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2006-2025 годы предложена обобщенная индикативная оценка инновационного развития экономики на макроуровне, посредством применения трех групп локальных показателей, характеризующих: конкурентоспособность продукции, технико-технологическое состояние производства и его инновацион-

ный потенциал развития [9, с. 98]. Нам более близок именно этот подход ввиду его изначально заданной целевой ориентации на показатели национального мониторинга. Это создает условия для адекватного системного прогнозирования инновационного развития региона с помощью математического моделирования.

Предложим конечный показатель, характеризующий эффективность использования инновационного потенциала региона, который бы мы могли использовать в качестве результирующей функции. С учетом возможностей региональной статистики, таковым, на наш взгляд, может являться показатель инновационного развития региона (ПИРР), который представляет собой долю инновационного продукта (причем не только созданного, но и востребованного покупателем, так как инновационный цикл включает в себя и стадию реализации) в общем объеме произведенной и отгруженной продукции.

$$ПИРР = \frac{I_m}{O_m} \times 100\%, \quad (1)$$

где ПИРР – доля инновационного товара в валовом объеме произведенных и отгруженных товаров собственного производства, в стоимостном выражении;

I_m – объем отгруженных инновационных товаров собственного производства, в стоимостном выражении;

O_m – валовой объем произведенных и отгруженных товаров собственного производства, в стоимостном выражении.

Можно выделить следующие аспекты, свидетельствующие в пользу такого выбора:

- наличие статистических данных;
- данный показатель является не абсолютным, а относительным, что позволяет достоверно оценить инновационную деятельность региона, с учетом территориального фактора и численности;
- данный показатель в полной мере отражает эффективность инновационной деятельности (он является определяющим при характеристике инновационной ситуации, так как затрагивает завершающую стадию инновационного цикла – коммерциализацию научных исследований и разработок).

Определим его значение для Брестской области в пятилетней перспективе на основе статистических данных (таблица 1).

Анализ данных, приведенных в таблице 1, позволяет сделать вывод, что падение ПИРР с 2002 по 2004 год обусловлено не столько абсолютным снижением объема инновационных товаров (в 2003 на 2%, а в 2004 на 11% по отношению к 2002 году), но и значительным приростом совокупного производства товаров (так в 2003 году он увеличился на 46%, а в 2004 на 112% по сравнению с 2002 годом). Что говорит о снижении эффективности использования инновационного потенциала, наряду с общим ростом производства.

Как следует из полученных данных, динамика изменения ПИРР в Брестской области достаточно неустойчива и заметно проигрывает общенациональной, но все же в последние годы она имеет тенденцию к росту. Схожий характер носит и стоящая с ПИРР в одном ряду доля экспорта инновационных товаров в общем объеме экспорта в региональном аспекте, что подтверждает общность влияющих на них экономических факторов.

Для того, чтобы предложенный нами показатель (ПИРР) мог рассматриваться в качестве результирующего, он должен быть представлен в формализованном виде в качестве зависимости $y = f(x)$, где x – вектор, содержащий m компонентом: $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$. В нашем случае, для построения математической модели методом линейной регрессии отберем факторы x , оказывающие наиболее существенное влияние на ПИРР.

Четырбок Наталья Петровна, старший преподаватель кафедры мировой экономики, маркетинга, инвестиций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Таблица 1. Показатель инновационного развития региона (ПИРР), %¹

| год | валовой объем отгруженных товаров собственного производства, млн. руб. | объем отгруженных инновационных товаров собственного производства, млн. руб. | ПИРР, % | |
|------|--|--|---------------------|------------|
| | | | в Брестской области | в Беларуси |
| 2002 | 1549969,6 | 59203,2 | 3,82 | 9,3 |
| 2003 | 2267583,6 | 58054,1 | 2,56 | 10,5 |
| 2004 | 3283903,5 | 52282 | 1,59 | 11,9 |
| 2005 | 4391877 | 135709 | 3,09 | 15,2 |
| 2006 | 7279174,5 | 308637 | 4,24 | 14,8 |

Таблица 2. Показатели состояния инновационного потенциала Брестской области

| год | показатель удельного веса инновационных товаров $K_{ин. тов.} (%)$ | показатель кадрового обеспечения НИОКР $K_{кадр} (%)$ | научеёмость производства, $K_{наук} (%)$ | показатель инновационной активности предприятий $K_{ин акт} (%)$ | уровень обновления основного капитала промышленности $K_{обн об}$ | удельный вес затрат на технологические инновации в совокупном объеме инвестиций $K_{ин. затр.} (%)$ |
|------|--|---|--|--|---|---|
| 2002 | 3,82 | 0,07 | 0,11 | 19,26 | 4,86 | 5,32 |
| 2003 | 2,56 | 0,06 | 0,12 | 17,99 | 4,67 | 2,84 |
| 2004 | 1,59 | 0,06 | 0,11 | 12,96 | 4,49 | 2,19 |
| 2005 | 3,09 | 0,08 | 0,13 | 16,41 | 6,16 | 3,46 |
| 2006 | 4,24 | 0,09 | 0,14 | 23,17 | 8,28 | 3,57 |

Таблица 3. Коэффициенты корреляции для ПИРР и влияющих факторов

| | $K_{кадр.}$ | $K_{наук.}$ | $K_{осн. ср. науки}$ | $K_{обн. об}$ | $K_{ин. акт}$ | $K_{ин. затр}$ |
|------------------------|-------------|-------------|----------------------|---------------|---------------|----------------|
| коэффициент корреляции | 0,69 | -0,29 | 0,63 | 0,708074 | 0,918131 | 0,760094 |

Рассмотрим содержание основных показателей, выступающих в роли факторов, предопределяющих характер зависимости $y = f(x)$, то есть характеризующих состояние и уровень развития инновационного потенциала региона (таблица 2).

Из шести проанализированных выше факторов инновационного развития региона отберем три значимо влияющих на ПИРР. Тогда, на наш взгляд, исходя из экономической логики, необходимо исключить такие факторы, как $K_{научеём}$, $K_{кадр}$ и $K_{осн ср науки}$, которые по отношению к остальным несут все же следственный характер.

Так, показатель, характеризующий кадровое обеспечение инновационного развития региона ($K_{кадр}$) не оказывает прямого количественного влияния на ПИРР, ибо в данном ракурсе необходимо рассматривать не только количество занятых научными исследованиями и разработками, но и качественный аспект данного показателя. Так, например, один высококвалифицированный доктор наук может внести больший вклад в инновационное развитие области, чем пять рядовых исследователей. Причем, стоит отметить временной аспект данного показателя. Отдача от работы исследователей пролонгирована во времени, то есть, разработки и открытия воплощаются в инновационный продукт, только пройдя стадию производства, т.е. спустя определенное время. Влияние данного показателя на ПИРР требует смещения во времени ПИРР, что невозможно в нашем исследовании, ввиду ограниченности статистических данных временным интервалом 2002 – 2006 год.

Показатель $K_{наук}$, характеризующий уровень затрат на научные исследования и разработки, тоже следует исключить, так как его влияние на ПИРР пролонгировано во времени, и статистических данных, характеризующих сколько профинансированных НИОКР воплотилось в инновационный продукт, пройдя стадию производства, тоже нет. Здесь следует отметить малоинформативность статистической информации, собираемой областными статистическим управлением и публикуемой в республиканских и областных сборниках. Сбор показателей, характеризующих экономическую отдачу от финансирования инновационной деятельности (показатели рентабельности инновационного производства, количество разработок внедренных в производство, прибыль инновационно активных предприятий, рентабельность инновационной продукции, коэффициент использования материала, производительность труда) не осуществляется. Поэтому, на наш взгляд, было бы целесообразным расширить статистические формы, предлагаемые региональным предприятиям, путем включения в формы вышеуказанных показателей. На данном же этапе его отнесение к определяющим факторам будет недостаточно обоснованным.

Показатель $K_{осн ср науки}$, характеризующий обеспеченность основными фондами сферы НИОКР, имеет в большей степени качественное влияние на ПИРР, количественное влияние тоже требует анализа временного сдвига ПИРР. Качественное влияние данного показателя вполне объяснимо производительностью труда исследователей. Естественно, чем более совершенна будет техника, используемая в НИОКР, тем выше должна быть отдача, хотя так бывает далеко не всегда. Зачастую отсутствие достаточного опыта у пользователей снижает отдачу приобретаемого оборудования. Да и количественно оценить, сколько инновационного продукта было произведено благодаря приобретению основных средств, используемых при проведении научных исследований и разработок, представляется невозможным.

Для уточнения наличия взаимосвязи между факторами и результирующим показателем найдем коэффициенты корреляции, являющиеся основным признаком наличия зависимости (табл. 3).

В большей степени с показателем ПИРР коррелируют показатели $K_{обн. об}$, $K_{ин. акт}$, $K_{ин. затр}$. Таким образом, при построении математической модели будем использовать показатели $K_{обн. об}$, $K_{ин. акт}$, $K_{ин. затр}$, в наибольшей степени отражающие причинный характер факторов влияния.

В ходе проведения дальнейшего анализа нами были построены линии трендов и найдены R^2 попарно для ПИРР и $K_{обн. об}$, $K_{ин. акт}$, $K_{ин. затр}$. Во всех случаях наиболее достоверной является линейная зависимость. Аппроксимация наблюдений сложными функциями, например, полиномиальной, дает хорошее приближение к фактическим наблюдениям, но снижает устойчивость модели на периоде прогнозирования. Оценка качества модели была произведена по критерию минимума средней квадратической ошибки.

Итак, в качестве искомой модели выберем линейную регрессионную модель с тремя параметрами, подлежащими определению. Так как количество определяемых параметров меньше количества измеренных по годам уровней входящих в модель факторов, то их значения определяются однозначно. Полученное нами уравнение позволит установить статистическую взаимосвязь изучаемых показателей, и в случае ее устойчивости дать аналитические и прогнозные оценки. Таким образом, будем строить модель вида:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3, \quad (2)$$

где y – показатель инновационного развития региона (ПИРР);

x_1 – показатель обновления технологического оборудования ($K_{обн. об}$);

X_2 – показатель уровня инновационных затрат в общем объеме инвестиций в основной капитал ($K_{ин. затр}$);

X_3 – показатель инновационной активности предприятий ($K_{ин. акт}$). С помощью программы Microsoft Excel были найдены значения коэффициентов a_1 , a_2 , a_3 и свободного члена a_0 . В результате получили функцию следующего вида:

$$y = 0,25x_1 + 0,46x_2 + 0,0997x_3 - 1,787. \quad (3)$$

Так же с помощью Microsoft Excel был выполнен дисперсионный анализ. Результаты анализа приведены в таблице 4.

Таблица 4. Дисперсионный анализ математической модели

| название показателя | значение |
|-------------------------|-------------|
| Множественный R | 0,998270763 |
| R-квадрат | 0,996544517 |
| Нормированный R-квадрат | 0,986178068 |
| Стандартная ошибка | 0,122873251 |

Полученные нами в ходе регрессионного анализа показатели позволяют сделать вывод, что модель, полученная нами, максимально приближена к действительности.

Используя полученную функциональную зависимость, сравним истинные значения ПИРР за исследуемый период и значения данного показателя, полученные с использованием разработанной нами модели (табл. 5).

Таблица 5. Сопоставление истинных значений ПИРР с расчетными значениями

| год | Истинные значения ПИРР | Расчетные значения ПИРР |
|------|------------------------|-------------------------|
| 2002 | 3,82 | 3,85 |
| 2003 | 2,56 | 2,51 |
| 2004 | 1,59 | 1,66 |
| 2005 | 3,09 | 3,01 |
| 2006 | 4,24 | 4,27 |

Из данных, приведенных в таблице 11, можно сделать вывод, что максимальное расхождение между расчетными значениями ПИРР и истинными не превышает 0,08%. Из чего можно сделать вывод об адекватности построенной модели, которая отражает динамику, присутствующую реальным процессам в инновационной сфере Брестской области, и может быть использована при составлении прогноза.

Практическая значимость данной модели состоит в том, что она позволяет сделать вывод о степени влияния независимых переменных ($K_{ин. затр}$, $K_{обн. об}$, $K_{ин. акт}$) на зависимую (ПИРР). Так наибольшее влияние на увеличение инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции (ПИРР) оказывает $K_{ин. затр}$, затем $K_{обн. об}$ и в меньшей степени $K_{ин. акт}$. Данная модель позволяет предсказать, каким будет ПИРР при изменении независимых переменных.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванюков Ю.П., Лотов А.В. Математические модели в экономике. – М.: Наука, 1990. – 304 с.
2. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 192 с.
3. Комков Н.И. Модели управления научными исследованиями и разработками. – М.: Наука, 1978. – 344 с.
4. Брусиловский М.Я. Математические модели в прогнозировании и организации науки. – Киев: Наукова думка, 1975. – 232 с.
5. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. – М.: ВладДар, 1993. – 310 с.
6. Завлин П.Н., Васильев А.В. Оценка эффективности инноваций. – СПб.: Издательский дом "Бизнес-пресса", 1998. – 216 с.
7. Иванов Ю.Н., Токарев В.В., Удземир А.П. Математическое описание элементов экономики. – М.: Физматлит, 1994. – 416 с.
8. OECD in figures. Statistics on the member countries. – OECD Observer 2002 / Supplement – 90 p.
9. Комплексный прогноз научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2006-2025 годы (обобщающие показатели). Том V. – Мн., 2005.

Материал поступил в редакцию 15.05.08

CHETYRBOK N.P. THE METHDODOLOGICAL BASES OF MODELING INNOVATION DEVELOPMENTS OF THE REGION

In article is offered new methods of mathematical modeling innovation development of the region, founded on method of the plural linear regression, which purpose is finding to mathematical dependency between resulting factor innovation developments (the share of innovation product in volume shipped on region) and three factorial factors selected in the course of investigation.

УДК 338.26

Грудницкая Н.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВЫРАБОТКИ ПЛАНОВЫХ РЕШЕНИЙ С ПОЗИЦИЙ ДЕКОМПОЗИЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Введение. Базовой отраслью народного хозяйства и её центральным звеном является промышленность. Это важнейшее структурное подразделение народного хозяйства Беларуси было и остаётся самой крупной, сложной и важной отраслью. Потенциал промышленности определяют более двух тысяч крупных, средних и малых предприятий. В настоящее время в ней сосредоточено около половины общей стоимости промышленно-производственных основных фондов всего народного хозяйства. Машиностроение и металлообработка по удельному весу продукции отраслей промышленности в общем объеме занимает ведущее место, в 2007 году этот показатель составил 23,8% [2]. В целом за последние пять лет динамика финансового состояния реального сектора экономики свидетельствует о снижении риска макроэкономической неустойчивости. Прибыль промышленных предприятий за этот период по республике

увеличилась более чем в четыре раза, рентабельность выпускаемой продукции в 1,3 раза. Что касается машиностроения, то эта отрасль динамично развивается. Ежегодно увеличивается численность предприятий, растут объёмы производства, прибыль и рентабельность, при этом сокращаются удельные затраты. Однако наряду с успехами в отрасли остаются нерешёнными старые проблемы. Обновление производственных мощностей новым высокотехнологичным оборудованием происходит малыми темпами или не происходит вообще, что естественно снижает производительность работ, и оставляет качество выпускаемой продукции на достигнутом уровне, а это недопустимо в рыночных условиях конкурентной борьбы. Так как значительную долю в структуре затрат продукции машиностроительных предприятий занимают материальные затраты (около 70%), внимание менеджеров должно быть направлено на эффективное

Грудницкая Наталья Анатольевна, ассистент кафедры менеджмента Брестского государственного технического университета. Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.