

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кухаренко Е.А.

БГЭУ г.Минск

Практика последних десятилетий показывает, что экономическое развитие государств во всё возрастающей мере стало зависеть не столько от наличия, размеров и степени освоения классических производственных факторов труда, земли и капитала, сколько от уровня научно-технического прогресса и степени интенсивности внедрения в экономику и общество различного рода инноваций.

Инновации определяют уровень конкурентоспособности национальных товаров и всей экономики страны в целом в глобализированной мировой системе. Инновационная деятельность – деятельность, обеспечивающая создание и реализацию инноваций. Она предполагает одновременную ориентацию на повышение результатов производства и снижение возникающих при этом затрат. Исходя из этого, указанная деятельность объективно направлена на увеличение эффективности производства в стране. Результат производственной деятельности может быть выражен в таких показателях, как выпуск продукции, объём промышленного производства, ВВП, прибыль и других.

В Республике Беларусь в процессе перехода к рыночным отношениям заметное внимание уделяется научно-техническому прогнозированию, которое является универсальным механизмом формирования государственной инновационной политики и важнейшим условием выбора приоритетных направлений инновационной деятельности, служащих базой для формирования алгоритма вхождения республики в систему расширяющихся мирохозяйственных связей и её технологической специализации на мировом рынке товаров и услуг, разработки стратегии инновационного развития и обучения соответствующих специалистов.

Промышленность является ведущей отраслью экономики Беларуси. Ей принадлежит решающая роль в обеспечении структурных сдвигов в народном хозяйстве, ускорении темпов развития и повышении технического уровня производства.

В ходе исследования оценены параметры и разработан прогноз влияния инновационной составляющей на динамику объемов промышленного производства.

Для устранения влияния инфляционных тенденций на значения показателей в денежном выражении осуществлён их перевод в сопоставимые цены 2000 года с применением индексов потребительских цен. Для осуществления прогнозов используются данные с учётом деноминации 2000 года.

В ходе исследования произведены расчёты коррелированности следующих показателей инновационной деятельности: числа организаций, выполняющих научные исследования и разработки, шт. – (x1); численности работников, выполняющих научные исследования и разработки, чел. – (x2); наукоёмкости ВВП, % – (x3); числа инновационно активных предприятий, ед. – (x4); удельного веса инновационной продукции в объёме отгруженной продукции, % – (x5); а также внутренних затрат на исследования и разработки, млрд. руб. – (x6) (таблица 1).

Данные таблицы 1 свидетельствуют о наличии мультиколлинеарности между большинством рассматриваемых факторов.

Пошаговая регрессия (stepwise в ППП SPSS) предполагает включение в модель поочередно каждого фактора, и установление модели с одним фактором; далее поочередно включаются оставшиеся факторы, образуя двухфакторную модель, причём предусматриваются всевозможные комбинации включаемых в модель факторов. После применения пошаговой регрессии к показателям инновационной деятельности за 2001 – 2008гг., не определена многофакторная модель, содержащая состоятельные и содержательные факторы.

Таблица 1 – Парные коэффициенты корреляции показателей инновационного развития

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
$x_1$	1					
$x_2$	0,700495441	1				
$x_3$	0,70997931	0,609524	1			
$x_4$	0,902586042	0,83617	0,669916	1		
$x_5$	0,873772502	0,335089	0,528375	0,620923	1	
$x_6$	0,849292295	0,681416	0,889853	0,806165	0,732483	1

Следующим этапом исследования стало определение взаимозависимости объёма промышленной продукции и внутренних затрат на исследования и разработки.

Динамика внутренних затрат на исследования и разработки за 1997 – 2008 гг. представлена на рисунке 1.

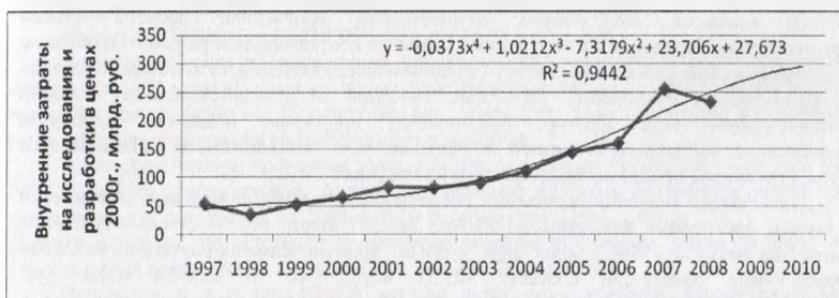


Рисунок 1 – Динамика внутренних затрат на исследования и разработки в ценах 2000 года, млрд. руб.

Примечание – Источник: собственная разработка на основе данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [1, с. 224]

С 1998 г. прослеживается положительная динамика внутренних затрат на исследования и разработки. Однако в 2002 г. наблюдалось уменьшение внутренних затрат на науку по сравнению с 2001 г. на 1,08 %. Небольшой спад в объемах финансирования произошёл в 2008 году, индекс прироста показателя по сравнению с 2007 годом составил 0,909 %.

В течение 1998 – 2008 гг. наблюдается положительная динамика объёма промышленной продукции (рисунок 2). Наибольшие его значения в размере 26195,177 и 31668,478 млрд. руб. соответствуют 2007 и 2008 гг.

В 2002 г. объём промышленной продукции уменьшился по сравнению с 2001 г. на 0,7 %. за аналогичный период наблюдалось уменьшение внутренних затрат на исследования и разработки на 1,08 %. В целом прослеживается зависимость производства промышленной продукции от объёмов финансирования научной, научно-технической и инновационной деятельности.

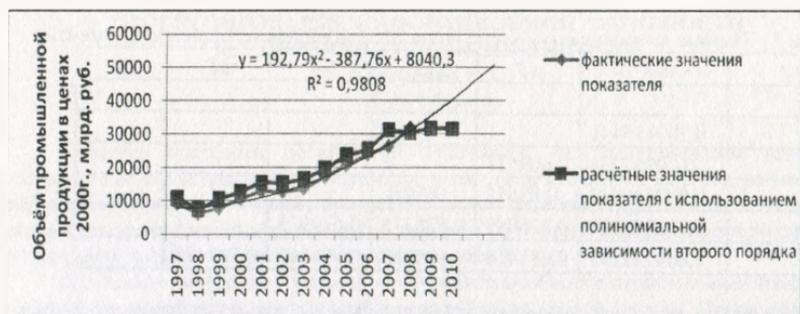


Рисунок 2 – Динамика объёма промышленной продукции в ценах 2000 г., млрд. руб.  
Примечание – Источник: собственная разработка на основе данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [1, с. 330]

В процессе исследования осуществлены прогнозные расчёты объёма промышленной продукции и внутренних затрат на исследования и разработки методом подбора функции, основанном на методе наименьших квадратов, суть которого состоит в минимизации отклонений расчётных значений от соответствующих значений эмпирического ряда. Прогноз предполагает продление тенденций прошлого, выраженных выбранной функцией, в будущее, т. е. экстраполяцию динамического ряда. Результаты прогнозов представлены на рисунках 1 и 2.

Подставляя значения временных составляющих в функциональные зависимости получим прогнозные величины на 2009г.: 285.577 млрд. руб. – сумма внутренних затрат на науку и 35566.2 млрд. руб. – объём промышленной продукции; на 2010г. аналогичные показатели составят 305.57 млрд. руб. и 40381.4 млрд. руб. соответственно.

Для определения зависимости объемов производства промышленной продукции от объемов финансирования научной, научно-технической и инновационной деятельности выбрана полиномиальная функция второго порядка, поскольку она наилучшим образом описывает динамику объёма промышленной продукции.

Для осуществления анализа влияния внутренних затрат на науку на объём промышленной продукции произведена линеаризация полиномиальной функции. Таким образом, уравнение множественной линейной регрессии имеет вид:

$$Y = -2283,6 + 217,1 \cdot X_1 - 0,37 \cdot X_2$$

t <sub>стат</sub>	- 1,11	6,23	-3,18
R <sup>2</sup>		0,966	F=126,93

где Y – объём промышленной продукции, млрд. руб.;

X<sub>1</sub> – внутренние затраты на исследования и разработки;

X<sub>2</sub> – значения внутренних затрат на исследования и разработки, возведённые в квадрат. Данный показатель образован в процессе линеаризации вышеуказанной полиномиальной функции второго порядка.

Параметры уравнения регрессии свидетельствуют о наличии прямой зависимости между внутренними затратами на исследования и разработки и объёмом промышленного производства.

При помощи статистических функций СТЬЮДРАСПОБР и ФРАСПОБР, введя значение вероятности, количество степеней свободы и число наблюдений, определили  $t_{кр} = 2,26$  и  $F_{кр} = 4,3$ .

t-статистика > t<sub>кр</sub> для второго и третьего коэффициентов регрессии, следовательно данные коэффициенты являются статистически значимыми; t-статистика < t<sub>кр</sub> для первого коэффициента регрессии, следовательно он является статистически незначимым. Данный коэффициент соответствует свободной переменной в исходной модели, он оказывает косвенное влияние на рассматриваемую зависимость, поэтому видится целесообразным исключить статистически незначимый свободный член из уравнения и в прогнозных целях использовать многофакторную модель вида:

$$Y = 217,1 * X_1 - 0,37 * X_2$$

Расчётное значение F<sub>стат</sub> = 126,93 превосходит F<sub>кр</sub>, следовательно, модель является адекватной и статистически значимой.

Используя данную модель, подставив вместо X прогнозные значения внутренних затрат на исследования и разработки на 2009 – 2010 гг., рассчитанные выше, можно осуществить прогноз объёма промышленной продукции на 2009 – 2010 гг.:

$$Y_{2009} = 217,1 * 285,577 - 0,37 * 81554,22 = 31696,01 \text{ (млрд. руб.)}$$

$$Y_{2010} = 217,1 * 305,57 - 0,37 * 93373,02 = 31645,28 \text{ (млрд. руб.)}$$

Динамика объёма промышленной продукции, рассчитанного с использованием вышеописанной модели, а также прогнозные значения данного показателя наглядно представлены на рисунке 2. Полиномиальная зависимость второго порядка достаточно точно описывает динамику анализируемого показателя.

В Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2007 – 2010 годы установлены прогнозные значения индексов внутренних затрат на исследования и разработки на 2009 и 2010 гг. в размере 214% и более 250 % к 2005г. Данным индексам соответствуют прогнозные значения внутренних затрат на науку в сопоставимых ценах 2000 г. в размере 309,64 и 361,73 млрд. руб.

Используя в многофакторной модели показатели объёмов финансирования научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2009 – 2010гг., определённые в качестве ориентиров на государственном уровне, получены следующие прогнозные значения объёма промышленной продукции на 2009 – 2010 гг.:

$$Y_{2009} = 217,1 * 309,64 - 0,37 * 95876,93 = 31598,57 \text{ (млрд. руб.)}$$

$$Y_{2010} = 217,1 * 361,73 - 0,37 * 130847,85 = 29913,94 \text{ (млрд. руб.)}$$

В Государственной программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006 – 2010 гг. установлены прогнозные значения индексов продукции промышленности на 2009 и 2010 гг. в размере 107,5 – 108,5 и 108 – 109,5 % к предыдущему году. Данным индексам соответствуют значения объёма промышленной продукции в сопоставимых ценах 2000г.:

$$2009г. - \text{ в интервале } 34043,61 - 34360,3 \text{ млрд. руб.}$$

$$2010г. - \text{ в интервале } 36938,11 - 37451,14 \text{ млрд. руб.}$$

Результаты прогноза объёма промышленной продукции, осуществлённого различными методами, представлены в таблице 2.

Использование метода подбора функции при прогнозировании объёма промышленной продукции даёт результаты, которые в наибольшей степени соответствуют прогнозным показателям, определённым в Государственной программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006 – 2010 гг. Прогнозные значения показателей на 2009 г. отличаются на 4%, на 2010 г. – 8,6 %.

Таблица 2 – Результаты прогноза объёма промышленной продукции

Годы	Объём промышленной продукции в сопоставимых ценах 2000г., млрд. руб.		
	Метод подбора функции	Многофакторная модель	
		Внутренние затраты на исследования и разработки спрогнозированы с помощью метода подбора функции	Прогнозные значения внутренних затрат на исследования и разработки соответствуют Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2007 – 2010гг.
2009	35566,2	31696,01	31598,57
2010	40381,4	31645,28	29913,94

Примечание – Источник: собственная разработка

При осуществлении прогноза объёма промышленной продукции с помощью многофакторной модели получены две пары прогнозных показателей (таблица 2), которые отличаются от прогнозных показателей, определённых в Государственной программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2006 – 2010 гг., на 7,3; 7,6 % (прогноз на 2009 г.) и на 15; 19,6% (прогноз на 2010 г.) соответственно.

Согласно данным Национального статистического комитета Республики Беларусь объём промышленной продукции за 2009 г. составил 123225 млрд. руб. или 97,2% от показателя за 2008 г., индекс потребительских цен в 2009 г. равен 110,1%.

После пересчёта результатов прогноза объёма промышленной продукции в фактически действовавшие цены получены следующие данные:

- использование метода подбора функции – 146932,4млрд. руб.;
- многофакторная модель, в которой внутренние затраты на исследования и разработки спрогнозированы с помощью метода подбора функции – 130944,5 млрд. руб.;
- многофакторная модель, в которой прогнозные значения внутренних затрат на исследования и разработки соответствуют Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2007 – 2010 гг. – 130541,2 млрд. руб.

Таким образом, многофакторная модель, в которой прогнозные значения внутренних затрат на исследования и разработки соответствуют программным показателям, описывает уменьшение объёма промышленной продукции на 0,26%, ошибка прогноза составляет 5,9%. Многофакторная модель, в которой внутренние затраты на исследования и разработки спрогнозированы с помощью метода подбора функции позволяет осуществить прогноз с ошибкой равной 6,26%. Результаты свидетельствуют об адекватности и статистической значимости модели.

Для краткосрочного научно-технического прогнозирования могут использоваться т.н. информационные модели, основой которых являются статистические данные о научных публикациях или тенденциях патентования являются основой информационных моделей, которые используются.

Патентные показатели отражают технологические характеристики анализируемого объекта, а также права на интеллектуальную собственность. За 1995 – 2008 гг. количество поступивших патентных заявок и количество выданных патентов в РБ увеличилось с 1039 и 633 до 1730 и 1252 соответственно. Небольшой спад по первому показателю наблюдался в 2000 – 2001 гг. Динамика второго показателя более циклична: увеличение количества выданных патентов за 1997 – 1998, 2002 – 2003, 2005 – 2007 гг. сменяется их уменьшением в 1996, 1999 – 2001, 2004 и 2008 гг., что свидетельствует о целесообразности анализа всего ряда при осуществлении

прогнозных расчётов.

В ходе исследования была выдвинута гипотеза о зависимости уровня инновационной активности от количества выданных патентов с некоторым временным лагом. Для подтверждения гипотезы осуществлены расчёты данной зависимости с различными временными лагами, в результате которых обнаружена тесная зависимость уровня инновационной активности от количества выданных патентов с временным лагом в 4 года. Наилучшим образом данная зависимость аппроксимируется уравнением линейной регрессии:

$$Y = 8,47966 + 0,00967 * X$$

t <sub>стат</sub>	6,19	5,05
R <sup>2</sup> =	0,836	F = 25,5

где Y – уровень инновационной активности. %;

X – количество выданных патентов, шт.

Приведенная модель является адекватной и статистически значимой. Остатки распределены по нормальному закону, что свидетельствует о высоком качестве модели.

Уровень инновационной активности в 2002г. составил 13,9%, в течение 2003 и 2004г. он уменьшился на 0,3 и 0,9 процентных пункта по сравнению с 2002г. соответственно. С 2005г. прослеживается положительная динамика данного показателя: уровень инновационной активности в 2005г. равен 14,1%; в 2006 – 16,3%; в 2007 – 17,8%. В 2008г. уровень инновационной активности сократился на 0,2 процентных пункта по сравнению с 2007г. и составил 17,6%.

Используя вышеописанную модель, подставив вместо X реальные значения количества выданных патентов за 2005 – 2006 гг., осуществим прогноз уровня инновационной активности на 2009 – 2010 гг. По результатам прогнозных расчётов можно ожидать увеличение инновационной активности на 0,11 и 1,8 процентных пункта по сравнению с 2008г. соответственно.

$$Y_{2009} = 8,47966 + 0,00967 * 955 = 17,71\%$$

$$Y_{2010} = 8,47966 + 0,00967 * 1130 = 19,4\%$$

За рубежом патентная статистика широко применяется при прогнозировании и планировании инноваций (в том числе на микроуровне) и при анализе конкуренции: с одной стороны, патентные показатели документируют успех разработок, с другой – свидетельствуют об экономическом интересе к будущим рынкам.

Таким образом, использование экономико-математических методов в прогнозировании инновационных показателей позволяет получить результаты с высокой степенью достоверности. Такой методический подход можно использовать для прогнозирования и других показателей. Результаты прогнозных расчетов могут использоваться в процессе принятия решений по различным направлениям экономической политики государства.

### Список литературы

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь. 2008. Мн.: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2009. - 598с.
2. Никитенко П.Г., Иванова Е.И., Марков А.В. Прогнозирование научно-технического развития в Беларуси: Учеб.-метод. пособие. Мн.: НОООО «БИП-С», 2002. - 97 с.
3. Степаненко Д.М. Теория инноваций и белорусская реальность. Мн.: БГУ, 2006. - 394 с.