



## ПРОГНОЗНІ МОДЕЛІ НАУКОВО-ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

**О.Л. Тоцька**

*Доцент кафедри фінансів і кредиту економічного факультету Волинського національного університету імені Лесі Українки, кандидат економічних наук, м. Луцьк*

Як відомо, прогнозування — це спосіб наукового передбачення, в якому використовуються і накопичений у минулому досвід, і поточні припущення стосовно майбутнього для визначення останнього [1, с. 4]. Результатом прогнозування є прогноз, тобто науково обґрунтоване судження про можливі стани об'єкта в майбутньому, альтернативні шляхи й терміни його існування.

Прогнозування відіграє важливу роль в управлінні будь-яким економічним об'єктом (від невеликого підприємства чи організації до країни загалом), оскільки саме на основі науково обґрунтованих прогнозів можна будувати реальні плани розвитку.

Нормальне функціонування економіки України неможливо уявити без потужних інвестицій та широкого впровадження інновацій у виробничу діяльність. Адже завдяки інноваціям, які є результатом наукових та науково-технічних робіт, на товарних ринках з'являються нові продукти і технології.

Окремі аспекти інноваційної діяльності в Україні досліджували такі вітчизняні науковці, як Т.В. Балик, А.В. Бохан, Н.М. Буняк, Т.В. Гринько, Л.С. Лісовська, В.М. Орлов, О.В. Орлова, В.О. Остапенко, Л.І. Савчук, І.В. Федулова, Л.В. Шостак [2—10] та багато ін. Вони аналізували інноваційну складову розвитку економіки України, інноваційні та економіко-культурні ресурси екологічної експансії, формування національних інноваційних систем, стан державної підтримки та перспективи інноваційного розвитку промислових підприємств України, розробляли механізм забезпечення конкурентоспроможності підприємства на інноваційних засадах, розглядали теоретичні питання державного регулювання інноваційної діяльності в Україні, деякі аспекти формування інноваційної культури агропромислових підприємств, інфраструктурне забезпечення інноваційної діяльності на регіональному рівні, а також еволюційну модель інноваційного розвитку промислового підприємства.

Оскільки в цих публікаціях не приділялась увага прогнозуванню і застосуванню математичних методів, моделей та інформаційних технологій для аналізу інноваційної діяльності, то у нашій статті ми намагатимемося заповнити зазначені прогалини.

Метою статті є побудова прогнозних моделей науково-інноваційного розвитку України. Для її реалізації потрібно розв'язати такі завдання:

— обрати для дослідження показники розвитку науки та інновацій в Україні;

— отримати прогнозні значення за допомогою методу Брауна;

— побудувати прогнозні моделі, які їх описують;

— проаналізувати отримані прогнози.

У 90-х роках минулого століття вітчизняна статистика збирала та опрацьовувала показники наукової й науково-технічної роботи. З 2000 р. об'єктами статистичних досліджень почали ставати також показники інноваційної діяльності, для регулювання якої в Україні у 2002 р. було прийнято спеціальний Закон “Про інноваційну діяльність”.

Для побудови прогнозних моделей науково-інноваційного розвитку України оберемо показники, що відображають як науку, так і інновації, оскільки ці два поняття нерозривно пов'язані між собою. Адже інноваційною вважається діяльність, що спрямована на використання і комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок і зумовлює випуск на ринок нових конкурентоспроможних товарів і послуг [11]. Зокрема, зупинимось на таких статистичних показниках:

— кількість організацій, що виконують наукові дослідження й розробки (організацій будь-яких організаційно-правових форм господарювання, які займаються науковою та науково-технічною діяльністю);

— чисельність науковців (наукових та інженерно-технічних працівників, які професійно займаються науковими дослідженнями і розробками та безпосередньо беруть участь у створенні нових знань, а також спеціалістів, що виконують технічні та допоміжні функції, пов'язані з проведенням наукових досліджень і розробок);

— чисельність докторів наук в економіці України (фахівців, які мають науковий ступінь доктора наук і зайняті в економіці країни);

— чисельність кандидатів наук в економіці України (фахівців, які мають науковий ступінь кандидата наук і зайняті в економіці країни);

— обсяг виконаних наукових і науково-технічних робіт (загальна вартість виконаних власними силами наукової організації фундаментальних і прикладних досліджень, науково-технічних розробок, а також наданих науково-технічних послуг (без податку на додану вартість));

— частка обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП;

— частка підприємств, що займалися інноваціями (у загальній кількості промислових підприємств);

— загальна сума витрат на фінансування інноваційної діяльності (витрати на фінансування комплексу наукових, технологічних, організаційних, фінансових та маркетингових заходів, які спрямовані на створення та впровадження інновацій (проведення і придбання результатів наукових досліджень, нових технологій, виробниче проектування, підготовка виробництва до випуску нових продуктів, впровадження нових методів

їх виробництва, придбання машин, обладнання, установок, інших основних засобів, капітальні витрати, пов'язані з упровадженням інновацій, маркетинг, реклама тощо));

— частка підприємств, що впроваджували інновації (у загальній кількості промислових підприємств);

— частка реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової.

Дані за 2001—2009 рр. взято з офіційної веб-сторінки Державного комітету статистики України [12], і на їх основі сформовано табл. 1.

Первинний аналіз цієї таблиці без застосування будь-яких математичних методів показує, що останніми роками відбувається зростання таких показників, як чисельність докторів та кандидатів наук в економіці України, обсяг виконаних наукових і науково-технічних робіт, загальна сума витрат на фінансування інноваційної діяльності. Водночас за всіма іншими показниками намітився спад. Для перевірки того, чи збережуться ці тенденції в майбутньому, та побудови прогнозних моделей застосуємо метод експоненційного згладжування Брауна. Суть цього методу полягає у згладжуванні кожного елемента часового ряду за допомогою зважених експоненційних середніх, для яких Браун вивів рекурентну (повторювану, періодичну) формулу

$$S_t^{[k]}(y) = \alpha S_t^{[k-1]}(y) + (1-\alpha) S_{t-1}^{[k]}(y),$$

де  $S_t^{[k]}(y)$  — експоненційна середня  $k$ -го порядку в точці  $t$ .

Зупинимось на використанні одного з варіантів методу Брауна — лінійного (подвійного) експоненційного згладжування, оскільки лінійні моделі прогнозування, на нашу думку, достатньо добре опишуть обрані показники. Обчислимо прогнозні значення за формулою  $\hat{y}_{n+p} = \hat{a}_0 + p\hat{a}_1$ , де  $\hat{a}_0, \hat{a}_1$  — оціночні коефіцієнти, які пов'язують експоненційні середні з коефіцієнтами рівняння тренда;  $n$  — довжина динамічного ряду;  $p$  — величина горизонту прогнозування.

Зауважимо, що цей метод належить до адаптивних методів прогнозування, оскільки передбачає різну цінність рівнів динамічного ряду: останньому рівню  $y_n$  відповідає вага  $\alpha$ , передостанньому  $y_{n-1}$  — вага  $\alpha(\alpha-1)$ ,  $y_{n-t}$  — вага  $\alpha(\alpha-1)^t$ , де  $\alpha$  — константа згладжування ( $0 < \alpha < 1$ ). Тобто ваги підпорядковуються експоненційному закону.

Для визначення параметра згладжування  $\alpha$  іноді використовують формулу  $\alpha = \frac{2}{n+1}$ , де  $n$  — кількість спостережень, які входять в інтервал згладжування [13, с. 127]. Оскільки в нашому випадку наявні дев'ять

спостережень (з 2001 до 2009 р.), то  $\alpha = \frac{2}{9+1} = 0,2$ .

Прогнозні значення обчислимо, скориставшись персональним комп'ютером і програмним пакетом Statgraphics 2.1 (табл. 2). Докладний опис цієї програми й алгоритму знаходження за її допомогою прогнозів подано в літературі [14, с. 108—112].

У програмі Statgraphics 2.1 виконаємо такі дії: уведемо часові ряди (числовий вектор); оберемо тип згладжування (лінійне); уведемо кількість періодів прогнозу (5); визначимо частку часових рядів, яка буде використовуватися для отримання прогнозів (100 %); уведемо константу згладжування (0,2).

Таблиця 1. Показники розвитку науки та інновацій в Україні (2001—2009 рр.)

Рік	Кількість організацій, що виконують наукові дослідження й розробки	Чисельність науковців, осіб	Чисельність докторів наук в економіці України, осіб	Чисельність кандидатів наук в економіці України, осіб	Обсяг виконаних наукових і науково-технічних робіт, млн грн	Частка обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП, %	Частка підприємств, що займалися інноваціями, %	Загальна сума витрат на фінансування інноваційної діяльності, млн грн	Частка підприємств, що впроваджували інновації, %	Частка реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової, %
2001	1479	113 341	10 603	60 647	2275,0	1,11	16,5	1 971,4	14,3	6,8
2002	1477	107 447	11 008	62 673	2496,8	1,11	18,0	3 013,8	14,6	7,0
2003	1487	104 841	11 259	64 372	3319,8	1,24	15,1	3 059,8	11,5	5,6
2004	1505	106 603	11 573	65 839	4112,4	1,19	13,7	4 534,6	10,0	5,8
2005	1510	105 512	12 014	68 291	4818,6	1,09	11,9	5 751,6	8,2	6,5
2006	1452	100 245	12 488	71 893	5354,6	0,98	11,2	6 160,0	10,0	6,7
2007	1404	96 820	12 845	74 191	6700,7	0,93	14,2	10 850,9	11,5	6,7
2008	1378	94 138	13 423	77 763	8538,9	0,90	13,0	11 994,2	10,8	5,9
2009	1340	92 403	13 866	81 169	8653,7	0,95	12,8	7 949,9	10,7	4,8

Таблиця 2. Прогнозні показники розвитку науки та інновацій в Україні (2010—2014 рр.)

Рік	Кількість організацій, що виконуватимуть наукові дослідження й розробки	Чисельність науковців, осіб	Чисельність докторів наук в економіці України, осіб	Чисельність кандидатів наук в економіці України, осіб	Обсяг виконаних наукових і науково-технічних робіт, млн грн	Частка обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП, %	Частка підприємств, що будуть займатися інноваціями, %	Загальна сума витрат на фінансування інноваційної діяльності, млн грн	Частка підприємств, що будуть впроваджувати інновації, %	Частка реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової, %
2010	1313	89 606	14 291	83 868	9 745,1	0,9	12,7	9 783,0	10,8	4,7
2011	1282	87 035	14 734	86 832	10 671,1	0,8	12,6	10 170,1	10,8	4,2
2012	1251	84 465	15 178	89 796	11 597,0	0,8	12,4	10 557,2	10,8	3,8
2013	1220	81 894	15 622	92 760	12 522,9	0,8	12,3	10 944,3	10,8	3,4
2014	1189	79 323	16 066	95 724	13 448,9	0,8	12,1	11 331,4	10,8	3,0

У результаті отримуємо прогностні значення показників розвитку науки та інновацій в Україні (див. табл. 2). З цієї таблиці видно, що для однієї частини показників у майбутньому передбачається зростання, а для другої — спад. На основі отриманих даних побудуємо прогностні моделі такого виду:

— кількість організацій, що будуть виконувати наукові дослідження й розробки:  $\hat{y} = 1343,84 - 30,77 p$ ;

— чисельність науковців:  $\hat{y} = 92\,177,45 - 2570,80 p$ ;

— чисельність докторів наук в економіці України:  $\hat{y} = 13\,847,32 + 443,80 p$ ;

— чисельність кандидатів наук в економіці України:  $\hat{y} = 80903,96 + 2964,07 p$ ;

— обсяг наукових і науково-технічних робіт:  $\hat{y} = 8819,18 + 925,94 p$ ;

— частка обсягу наукових і науково-технічних робіт у ВВП:  $\hat{y} = 0,92 - 0,02 p$ ;

— частка підприємств, що будуть займатися інноваціями:  $\hat{y} = 12,83 - 0,14 p$ ;

— загальна сума витрат на фінансування інноваційної діяльності:  $\hat{y} = 9395,93 + 387,10 p$ ;

— частка підприємств, що будуть впроваджувати інновації:  $\hat{y} = 10,74 + 0,02 p$ ;

— частка реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової:  $\hat{y} = 5,10 - 0,42 p$ .

Одержані результати свідчать про те, що в Україні інноваційна діяльність не є дуже активною. Хоча безперечно позитивним явищем, за умови справдження прогнозів, у 2010—2014 рр. буде щорічне збільшення чисельності докторів (на 443) і кандидатів наук (на 2964), обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт (на 925,94 млн грн), загальної суми витрат на фінансування інноваційної діяльності (на 387,1 млн грн) та частки підприємств, що впроваджуватимуть інновації (на 0,02 %). Однак перевірити отримані прогнози, порівнявши з реальними даними, можна буде тільки після оприлюднення статистичної інформації за відповідні роки.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Нанивская В.Г.* Теория экономического прогнозирования : учеб. пособие / В.Г. Нанивская, И.В. Андропова. — Тюмень : Тюм. ГНГУ, 2000. — 98 с.

2. *Балик Т.В.* Інноваційна складова розвитку економіки України: регіональний аспект / Т.В. Балик // Перспективи розвитку економіки України: теорія, методологія, практика : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (26—27 трав. 2010 р.). — Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. — С. 77—78.

3. *Бохан А.В.* Інноваційні та економіко-культурні ресурси екологічної експансії / А.В. Бохан // Перспективи розвитку економіки України: теорія, методологія, практика : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (26—27 трав. 2010 р.). — Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. — С. 89—91.

4. *Буняк Н.М.* До питання формування національних інноваційних систем / Н.М. Буняк // Перспективи розвитку економіки України: теорія, методологія, практика : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (26—27 трав. 2010 р.). — Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. — С. 91—93.

5. *Гринько Т.В.* Державна підтримка та перспективи інноваційного розвитку промислових підприємств України / Т.В. Гринько // Перспективи розвитку економіки України: теорія, методологія, практика : матеріали XV Міжнар. наук.-

практ. конф. (26—27 трав. 2010 р.). — Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. — С. 97—99.

6. *Лісовська Л.С.* Побудова механізму забезпечення конкурентоспроможності підприємства на інноваційних засадах / Л.С. Лісовська // Перспективи розвитку економіки України: теорія, методологія, практика : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (26—27 трав. 2010 р.). — Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. — С. 141—142.

7. *Орлов В.М.* Теоретичні аспекти державного регулювання інноваційної діяльності в Україні / В.М. Орлов, Л.В. Шостак, О.В. Орлова // Перспективи розвитку економіки України: теорія, методологія, практика : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (26—27 трав. 2010 р.). — Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. — С. 67—69.

8. *Остапенко В.О.* Про деякі аспекти формування інноваційної культури агропромислових підприємств / В.О. Остапенко // Перспективи розвитку економіки України: теорія, методологія, практика : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (26—27 трав. 2010 р.). — Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. — С. 171—173.

9. *Савчук Л.І.* Інфраструктурне забезпечення інноваційної діяльності на регіональному рівні / Л.І. Савчук // Перспективи розвитку економіки України: теорія, методологія, практика : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (26—27 трав. 2010 р.). — Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. — С. 186—187.

10. *Федулова І.В.* Еволюційна модель інноваційного розвитку промислового підприємства / І.В. Федулова // Перспективи розвитку економіки України: теорія, методологія, практика : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (26—27 трав. 2010 р.). — Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. — С. 75—76.

11. Про інноваційну діяльність : Закон України від 4 липня 2002 р. № 40-IV. — Режим доступу : <<http://rada.gov.ua>>.

12. Офіційний сайт Державного комітету статистики України. — Режим доступу : <<http://www.ukrstat.gov.ua>>.

13. *Лук'яненко І.Г.* Економетрика : практикум з використанням комп'ютера / І.Г. Лук'яненко, Л.І. Краснікова. — К. : Т-во “Знання”, КОО, 1998. — 220 с.

14. *Тоцька О.Л.* Інформаційні системи в інноваційній діяльності : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О.Л. Тоцька. — Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. — 184 с. — (Посібники та підручники ВНУ ім. Лесі Українки).

© О.Л. Тоцька, 2011