

УДК 330.341.1

Юринець З.В.*кандидат економічних наук,
доцент кафедри менеджменту
Львівського національного університету імені Івана Франка***Юринець Р.В.***кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри математичного моделювання та інформаційних технологій
Львівського регіонального університету державного управління
Національної академії державного управління при Президентові України*

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ІННОВАЦІЙ НА РОЗВИТОК ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

У статті запропоновано економіко-математичну модель впливу інноваційних чинників на економічний процес в Україні. Визначено чинники, які мають найбільш значний вплив на розвиток національної економіки. З використанням економетричної моделі здійснено прогнозування рівня ВВП країни.

Ключові слова: економіко-математична модель, інноваційні чинники, розвиток економіки, ВВП країни, прогнозування.

Юринець З.В., Юринець Р.В. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИННОВАЦИИ НА РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ УКРАИНЫ

В статье предложена экономико-математическая модель влияния инновационных факторов на экономический процесс в Украине. Определены факторы, которые имеют наиболее значительное влияние на развитие национальной экономики. С использованием эконометрической модели осуществлено прогнозирование уровня ВВП страны.

Ключевые слова: экономико-математическая модель, инновационные факторы, развитие экономики, ВВП страны, прогнозирование.

Yurynets Z.V., Yurynets R.V. THE ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF INNOVATION INFLUENCE ON THE DEVELOPMENT OF UKRAINE'S ECONOMY

In the article the economic and mathematical models of innovation factors influence on the economic process in Ukraine is offered. The factors that have the most considerable effect on the development of the national economy are certain. Forecasting of the GDP of the country using econometric models is implemented.

Keywords: mathematical model, innovation factors, development of economy, GDP of country, forecasting.

Постановка проблеми. В умовах ринкової економіки важливим економічним чинником підвищення економічної ефективності виробництва є інновації, які дають змогу реорганізувати економіку, прискорено розвивати наукомістке виробництво, яке повинно стати найважливішим чинником виходу з економічної кризи та забезпечити умови для економічного росту. Розвинені країни приділяють пильну увагу розвитку науково-технічної та інноваційної діяльності і саме через зосередження на інноваційних чинниках отримують чималий приріст ВВП. Математичні методи дають можливість здійснити прогнозування інноваційних чинників розвитку економіки, обсягу ВВП та використовувати отримані економіко-математичні моделі, прогнозні дані в плануванні розвитку галузей, суб'єктів господарювання для забезпечення наукової обґрунтованості й оптимізації планів розвитку.

Аналіз досліджень і публікацій останніх років. Вагомий науковий внесок у дослідження проблем створення інновацій за сучасних умов розвитку економіки внесли: І.Т. Балабанова, В.І. Вернадський, Н.Д. Кондратьєв, Н.В. Краснокутська, О.С. Кузьмін, П.Т. Савлук, Д.М. Черваньов, П.Н. Завлін, В. Г. Мединський, Р.А. Фатхутдінов, І. Ансоф, Б. Санто, М. Портер, Й. Шумпетер та інші. На сучасному етапі розвитку методів і моделей прогнозування соціально-економічних процесів суттєву роль відіграють роботи українських вчених. Серед них можна відзначити роботи В.С. Михалевича, І.В. Сергієчка, О.О. Бакаєва, В.В. Давніса, Б.Є. Кваснюка, І.В. Крючкова, В.О. Тоциліна, М.І. Скрипниченко, С.С. Шумської, М.П. Соколик, Ю.Г. Лисенка, В.Л. Петренка, М.Г. Гузя,

В.М. Андриєнка, В.І. Єлейка. Дослідженням теорії та практичним застосуванням виробничої функції займалися такі науковці, як Г. Фандель, Г. Клейнер, М. Плакунов і Р. Раяцкас, Б. Грабовецький.

Метою дослідження є розроблення та практична апробація економетричної моделі впливу інноваційних чинників на економічний процес в Україні та визначення чинників, які мають найбільш значний вплив на розвиток національної економіки.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасних ринкових умовах у сфері економіки достатньо прийнятні результати можна одержати завдяки економіко-математичним методам, а саме – кореляційно-регресійного аналізу. Світовим і вітчизняним досвідом акумульовано чималий багаж знань щодо моделювання та прогнозування економічних процесів. Однак й до нині в Україні продовжується пошук, розроблення та вдосконалення методів, які б дали змогу аналізувати та прогнозувати усі економічні процеси згідно з ринковими умовами розвитку та трансформаційними перетвореннями.

Врахування впливу чинників інноваційного розвитку на стан економічного зростання ґрунтується на активізації впливу на прогнозований об'єкт факторів, які окреслюються інноваціями, технологіями тощо. Дослідження можливостей для їхньої подальшого втілення, результати прогнозування можуть мати вплив на формування та реалізацію економічної, зокрема інноваційної політики [2, с. 110-118]. Метою розроблення прогнозів соціально-економічного розвитку є ухвалення управлінських рішень щодо зростання конкурентних переваг досліджуваних об'єктів (суб'єктів господарювання, галузей,

процесів тощо) у перспективному періоді завдяки впровадження інновацій [4]. Це дає змогу визначити можливі напрями соціально-економічного розвитку та науково-технічного прогресу з врахуванням альтернативних варіантів зміни зовнішніх і внутрішніх чинників.

Розглянемо задачу впливу інноваційних чинників на економічний процес в Україні. Здебільшого ВВП характеризує кількісні параметри економічного розвитку країни та його складові за етапами економічного обігу. Для побудови економетричної моделі проведемо аналіз статистичної інформації по Україні за період з 2000 по 2013 роки. У результаті проведеного аналізу отримано економетричну залежність, яка загалом має вигляд:

$$Y = bx_1^\alpha x_2^\beta x_3^\gamma, \quad (1)$$

де Y – обсяг ВВП; x_1 – обсяг реалізованої інноваційної продукції, млн. грн.; x_2 – впроваджено нових технологій, технологічних процесів, од.; x_3 – обсяг науково-технологічних робіт, млн. грн.

Інші величини багатofакторної моделі (b , α , β і γ) є оцінюваними параметрами. Параметри моделі визначаються на підставі статистичних даних [1].

Для прогнозування ВВП, використовуючи **запропану** економетричну модель, необхідно побудувати прогноз для всіх факторів моделі, які характеризують наукову та інноваційну активність країни. Оскільки досліджувані показники, подані у вигляді часового ряду, мають складну структуру, то для їхнього моделювання використаємо авторегресійні інтегровані моделі з ковзною середньою. У моделі *ARIMA* рівень динамічного ряду y_t визначається як зважена сума попередніх його значень і значень залишків u_t – поточних і попередніх.

Узагальнюючим показником, який свідчить про економічний і соціальний розвиток країни, є валовий внутрішній продукт (ВВП). ВВП, як один із найважливіших показників розвитку економіки, характеризує кінцевий результат виробничої діяльності економічних одиниць-резидентів у сфері матеріального та нематеріального виробництва.

Використовуючи метод виробничої функції, проведемо моделювання обсягу ВВП Y з врахуванням обсягу реалізованої інноваційної продукції, кількості впроваджених нових технологій, технологічних процесів та обсягу науково-технологічних робіт. Широке застосування апарату виробничих функцій на рівні мікроекономіки пов'язане із можливостями аналізу та планування роботи підприємств; також виробничі функції застосовують для оцінювання та прогнозування розвитку галузей на рівні країни.

У загальному вигляді виробнича функція може бути подана рівнянням:

$$F(x, y, A) = 0, \quad (2)$$

де y – вектор випусків продукції, x – вектор витрат ресурсів, A – матриця параметрів. В економічних дослідженнях виробнича функція використовується, здебільшого, у вигляді одного рівняння, де компоненти випуску об'єднані в одну скалярну величину (y), а кількість різних виробничих ресурсів (фактори x) зведені до мінімуму, що дає змогу розрахувати параметри функції:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (3)$$

Економічний зміст виробничих функцій полягає у виявленні впливу на економічне зростання кожного виробничого фактора, зокрема результату їх сукупної дії, тобто виробничі функції розкривають механізм дії чинників економічного зростання. Ак-

туальна також проблема виділення в економічній системі факторів, які обумовлюють напрям її еволюції та задають обмеження та межі.

Виробнича функція зводиться до лінійного вигляду шляхом логарифмування:

$$\ln y = \ln b + \alpha \cdot \ln x_1 + \beta \cdot \ln x_2 + \gamma \cdot \ln x_3. \quad (4)$$

Прологарифмовані ряди динаміки для побудови багатofакторної моделі наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Прологарифмовані ряди динаміки
для побудови багатofакторної моделі**

Рік	Фактори			
	Y	x_1	x_2	x_3
2000	5,1374	9,405	7,2464	7,59
2001	5,1999	9,15	7,2591	7,6112
2002	5,2428	9,214	7,0405	7,645
2003	5,4157	9,25	7,3011	7,936
2004	5,5938	9,634	7,4541	8,0712
2005	5,7221	9,662	7,5	8,1137
2006	5,8351	9,764	7,0432	8,1212
2007	6,0058	9,917	7,2577	8,2357
2008	6,1271	9,927	7,4067	8,3245
2009	5,8875	9,325	7,5459	8,1366
2010	5,9423	9,564	7,6222	8,1518
2011	6,0729	9,7	7,828	8,1125
2012	6,1172	9,567	7,6907	8,1511
2013	6,1075	9,313	7,3626	8,199

Згідно з отриманими параметрами факторна модель матиме такий вигляд:

$$y = 0,006x_1^{0,219} x_2^{0,321} x_3^{0,792}. \quad (5)$$

Порівняння розрахункового значення критерію Стьюдента з табличним підтверджує статистичну значимість коефіцієнтів моделі. Значення коефіцієнтів множинної детермінації свідчить про достатню детермінованість результативної ознаки y в моделі з факторними ознаками x_1 , x_2 та x_3 . Розраховане значення множинного коефіцієнта кореляції для заданої моделі дорівнює $R=0,837$, що характеризує тісний зв'язок між факторними та результуючою ознаками. Обчислені залишки моделі некорельовані та приблизно розподілені за нормальним законом, що також свідчить про адекватність моделі. Згідно з F -критерієм ($F=7,8$) з надійністю $P=0,95$ економетричну модель можна вважати адекватною експериментальним даним і на підставі прийнятої моделі можна проводити економічний аналіз і знаходити значення прогнозу.

Здійснимо прогнозування основних показників, які характеризують інноваційний процес в Україні на короткостроковий період методом Бокса-Дженкінса (*ARIMA*) з використанням пакету Statistica [5, с. 61]. Застосування процесів Бокса-Дженкінса дає змогу побудувати досить точну й адекватну модель прогнозу на короткостроковий період, проте через нестационарність для побудови більш точного довгострокового прогнозу цей метод потребує вдосконалення та дослідження динамічного ряду.

Аналізуючи поведінку автокореляційної і частинної автокореляційної функцій, можна зробити висновок, що найпридатнішою моделлю для обраних показників буде модель *ARIMA* (0,0,1), а оцінки параметрів значимі (p менша за 0,05). Завдяки процедури *ARIMA* & *autocorrelation function* побудована цілком адекватна модель прогнозу обраних показни-

ків. Побудований прогноз на 3 роки для цих показників зображено на рис. 1 і табл. 2.

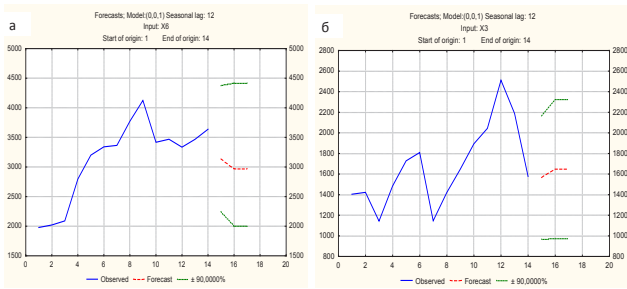


Рис. 1. Зміна обсягу науково-технологічних робіт (а) кількості впроваджених нових технологій, технологічних процесів (б) із побудованим прогнозом

Отримані результати показали, що обсяг науково-технологічних робіт та кількість впровадження нових технологій, технологічних процесів у перспективі поступово зменшуватимуться.

Впровадження нових технологій і технологічних процесів на підприємствах відбувається завдяки розробленню власної, купівлі нової техніки (на основі ліцензійних угод, патентів, ноу-хау тощо), втілення власних чи запозичених технологічних процесів. Таке впровадження повинно сприяти зростанню інноваційної активності вітчизняних підприємств, яка нині перебуває на доволі низькому рівні, що свідчить про недостатність мотивації та платоспроможного попиту на інновації.

Ліцензійні технології, які впроваджуються на українських підприємствах, здебільшого належать до технологічно відсталих світових досягнень і надходять з-за рубежу до України з декілька річним запізненням, а ринок власних технологічних розробок не достатньо розвинутий.

Для призушення технологічного відставання вітчизняних підприємств треба формувати і втілювати політику, яка сприятиме перш за все розвитку власних передових технологій, ефективному використанню нової техніки та технології в підприємстві, впровадженню ресурсозберігаючих технологічних процесів; вдосконалити інституційно-правову базу впровадження альтернативних методів виробництва продукції; впроваджувати дієві механізми стимулювання нововведень у виробництві, підвищувати попит промислових виробництв України на інноваційні технології, поліпшувати їхню якість. З метою дотримання загальносвітових засад і принципів інноваційного розвитку Україна повинна зважати на особливості вітчизняного виробництва, вимогу додержання національних інтересів, зокрема, з питань технологічної безпеки.

Варто зазначити, що показники ефективності застосування наукового потенціалу по Україні залишаються низькими. Зміна кількісних показників результатів використання наукового потенціалу свідчить про не цілком позитивну динаміку загальної кількості виконаних наукових і науково-технічних робіт, поступове падіння питомої ваги та якості робіт інноваційного керунку.

Протягом останніх років хоча й відбувається поступове збільшення чисельності докторів наук, однак триває тенденція до зменшення кількості науковців, спроможних працювати в інноваційному напрямі, а це призводить до зменшення кількості організацій, які виконують наукові дослідження й розробки. Сучасна

складна економічна ситуація спричиняє зростання наукових і дослідних організацій, однак підсилення компільярності наукових та дослідних робіт.

Більша частка наукових організацій розташовані в економічно розвинутих регіонах: Києві, Харківській, Дніпропетровській, Львівській і Донецькій областях. Більшість наукових організацій належать до галузевого сектору і менше 10% – до заводського. Привертає увагу тенденція до зменшення кількості організацій, що працюють у галузі технічних наук (на сьогодні – це дещо більше половини), майже 1/3 припадає на природничі, понад 10% – суспільні та гуманітарні науки [2].

Обсяг виконаних науково-технологічних робіт на пряму залежить від масштабів фінансування наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності. Фактичні обсяги інвестування наукової та науково-технічної діяльності з бюджету є в п'ять разів менші, як це передбачено українським законодавством і впродовж багатьох років не перевищують 0,4-0,5% ВВП. Підприємства практично не проводять наукових розробок і вимушені виживати завдяки власним капіталовкладенням через закупівлі технологій і здебільшого за рубежом, що підсилює аспект фрагментарності інноваційного процесу. Таке фінансування науки є неповним, спричиняє згорання чималої кількості важливих наукових розробок і ситуація не змінюється роками. Поступово скорочується кількість прикладних розробок, натомість зростає кількість науково-технічних послуг.

Обсяг виконаних науково-технологічних робіт залежить від виконавців, кадрового потенціалу науково-технічної сфери, яка зумовлена такими несприятливими тенденціями: недостатність забезпечення кадрового кола науковців випускниками вузів; демографічна криза дослідницького потенціалу науки; обмеження доступності якісної освіти (зростання кількості бідніших верств населення, платного сектору вищої освіти, проблем шкільної освіти міст і сіл тощо); на фоні зростання кількості аспірантів і докторантів наукових та освітніх установ відбувається скорочення кількості докторантів і їхнього випуску в галузі фізико-математичних і технічних наук; зниження якості створених науково-технічних робіт; продовження процесів еміграції фахівців вищої кваліфікації; невідповідність та неузгодженість спрямування наукових та науково-технічних досліджень ринковим потребам; низький попит підприємства на результати наукових та науково-технічних досліджень, розробок національної науки; моральне зношення матеріально-технічного забезпечення наукової сфери; низький рівень участі держави в стимулюванні науки, недостатній рівень державного замовлення на науково-технічні розробки тощо.

Нині потрібне налагодження поєднання можливостей освіти та науки – з однієї сторони, виробництва та бізнесу – з іншої, співпраці дослідних установ із організаціями та спеціалістами з маркетингових досліджень вітчизняного та зарубіжного ринку для визначення напрямів досліджень і науково-технічних розробок, які є конкурентоздатними на ринках.

В Україні більшість вчених та інженерів, зайнятих дослідженнями та розробками зосереджені переважно в науково-дослідних організаціях, на відміну від країн ЄС, де фахівці працюють у сфері виробництва. Такий розподіл науковців високої кваліфікації не сприяє якісному та ефективному використанню нововведень у виробництві [3].

Щодо обсягу реалізованої інноваційної продукції в Україні, то варто зазначити, що після деякого зни-

Таблиця 2

Зміна обсягу реалізованої інноваційної продукції і прогнозна значення

Роки	2000	2001	2003	2004	2006	2008	2010	2012	2013	2014	2015	2016
Обсяг реалізованої інноваційної продукції, млн. грн.	12148	9416	10405	15276	17393	20485	14242	14282	12796	13630	13469	13469

ження в 2013 році, у наступних роках очікується деяке збільшення значення показника, однак докризового рівня він не досягне (табл. 2).

За сучасних темпів зростання ВВП частка реалізованої інноваційної продукції українськими підприємствами залишається все ще незначною, а після кризи 2008 року демонструє тенденцію до зменшення. Як бачимо, економічне зростання нашої держави відбувається не завдяки поширенню у всі сфери інноваційної компоненти. Результати наукових досліджень незначною мірою впливають на розвиток виробництва та економіки загалом.

Сума коефіцієнтів факторної моделі виробничої функції $\alpha + \beta + \gamma = 1,33 > 1$, це свідчить про те, що обсяг ВВП росте швидше, ніж у середньому зростають значення розглянутих ресурсів. Підставивши в отриману модель значення параметрів, обчислимо прогнозне значення обсягу ВВП (рис. 2).

В Україні протягом останніх років інноваційна діяльність дещо активізувалась: зросла кількість інноваційно активних підприємств та їхня частка в загальній кількості промислових підприємств, збільшились витрати на інноваційні заходи, кількість запроваджених технологічних процесів, реалізація інноваційної продукції, кількість і обсяг наукової та науково-технічної робіт, витрати на їх реалізацію, кількість винаходів. Однак, це зростання є не достатньо вагомим, щоб стати локомотивом у поштовху економіки до отримання лідерських позицій на ринку і, зокрема, у реалізації планів євроінтеграції. Можна вважати, що від цих показників передусім залежить можливість формування інноваційної стратегії економічного розвитку країни.

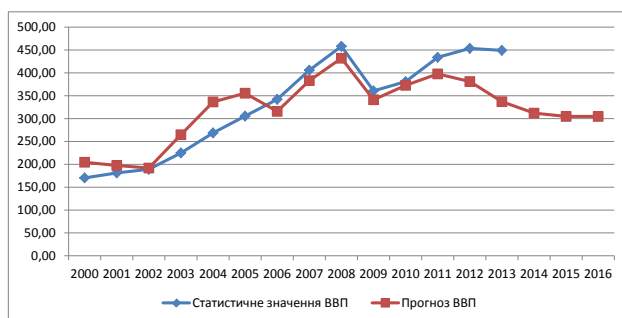


Рис. 2. Прогнозне значення обсягу ВВП

Як бачимо, прогнозовані значення обсягу ВВП у перспективі будуть поступово знижуватись. Варто зазначити, що розвинені країни приділяють вагомий увагу розвитку науково-технічної та інноваційної діяльності. Згідно з дослідженнями вітчизняних і зарубіжних учених внесок наукової та інноваційної діяльності в

приріст ВВП сягає 30%. На жаль, в Україні цей показник є досить незначний. Інновації в конкурентному світі постали фундаментом економічного зростання, оскільки у світових країнах-лідерах завдяки інноваційному чиннику досягається майже 75% приросту ВВП. Зростання рівня ВВП можливо отримати саме завдяки підтримці науково-технічної та інноваційної діяльності, розвитку інноваційного підприємства, формування сприятливих умов та стабільного середовища тощо і на це має бути спрямована політика нашої держави.

Висновки з проведеного дослідження. Прогнозування є необхідним елементом у процесі формування політики інноваційного розвитку країни, підприємств, галузей тощо і дає змогу вибудувати стратегічні орієнтири та контури майбутнього горизонту подій в інноваційній сфері. А це, у свою чергу, сприяє визначенню результатів економічного розвитку у запланованому періоді на підставі аналізу вхідних умов та очікуваних тенденцій розвитку. Основне призначення моделі для прогнозування обсягу ВВП – дати вихідний матеріал для подальших досліджень, служити інструментом ефективного планування. Цей підхід сприяє тому, що процес виробництва стає керованим, з'являється можливість сконцентрувати увагу на важливих ресурсах і підвищити їхню економічну ефективність. Отримані прогнозовані значення обсягу ВВП дають можливість формувати відповідні програми економічно-соціального розвитку країни на короткостроковий період, сприяють органам влади в розробленні збалансованої й ефективної політики інноваційного розвитку. Адже саме на цій підставі повинні ухвалюватись управлінські рішення відповідних уповноважених органів щодо розвитку інноваційної діяльності в країні.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Наукова та інноваційна діяльність в Україні. Статистичний збірник. Державна служба статистики України. [Електронний ресурс] – Режим доступу http://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ6_u.htm.
2. Інноваційний поступ економіки України: проблеми, тенденції, потенціал зростання: монографія / [Л. Гнилянська, А. Грищук, І. Гурняк, Л. Загвойська, О. Макара, В. Петринка, З. Юринець]; за ред. З. Юринець, Л. Гнилянська. – Львів: Ліга-Прес, 2013. – 296 с.
3. Інноваційний розвиток в Україні: наявний потенціал і ключові проблеми його реалізації. Аналітична доповідь центру Разумкова http://www.uceps.org/additional/analytical_report_NSD55_ukr.pdf.
4. Юринець Р.В. Соціально-економічне прогнозування в Statistica Навчальний посібник / Р.В. Юринець. – Львів, 2010. – 144 с.
5. StatSoft.Inc. Електронний посібник по статистиці M. StatSoft. WEB [Електронний ресурс] – режим доступу <http://www.StatSoft/ru/homr/textbook/default.htm>.