

УДК 005.342:005.591.6:005.52(477.64)

Лось В.О.

*кандидат економічних наук,  
доцент кафедри економічної кібернетики  
Запорізького національного університету*

Тищенко А.І.

*магістр  
Запорізького національного університету*

## АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАПОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ ЗАСОБАМИ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

### ANALYSIS OF TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY OF THE ZAPORIZHZHYA REGION BY MEANS OF FRACTAL ANALYSIS

#### АННОТАЦІЯ

В умовах інтенсивного інноваційного розвитку світової економіки для України є дуже важливими збереження та науково-технічний розвиток промислового комплексу. Запорізький регіон є потужним індустріальним комплексом, але застарілість матеріально-технічної бази промислових підприємств не дає змогу повною мірою реалізувати інноваційний потенціал. Для ідентифікації ключових проблем, що стримують розвиток інноваційної діяльності промислових підприємств, та пошуку шляхів їх вирішення у статті було проаналізовано структуру, динаміку інноваційних витрат та обсяги реалізації інноваційної продукції в Запорізькій області. Для вирішення проблем та знаходження шляхів розвитку інноваційної діяльності регіону нами було проведено процедуру прогнозування. А для отримання достовірного прогнозу було проведено дослідження часових рядів, що характеризують інноваційні процеси Запорізького регіону засобами фрактального аналізу.

**Ключові слова:** інноваційний розвиток, інноваційна діяльність, фрактальний аналіз, R/S аналіз, показник Херста, тенденції, прогноз.

#### АННОТАЦИЯ

В условиях интенсивного инновационного развития мировой экономики для Украины являются очень важными сохранение и научно-техническое развитие промышленного комплекса. Запорожский регион является мощным индустриальным комплексом, но изношенность материально-технической базы промышленных предприятий не позволяет в полной мере реализовывать инновационный потенциал. Для идентификации ключевых проблем, сдерживающих развитие инновационной деятельности промышленных предприятий, и поиска путей их решения в статье были проанализированы структура, динамика инновационных затрат и объемы реализации инновационной продукции в Запорожской области. Для решения проблем и нахождения путей развития инновационной деятельности региона нами была проведена процедура прогнозирования. А для получения достоверного прогноза было проведено исследование временных рядов, характеризующих инновационные процессы Запорожского региона средствами фрактального анализа.

**Ключевые слова:** инновационное развитие, инновационная деятельность, фрактальный анализ, R/S анализ, показатель Херста, тенденции, прогноз.

#### ANNOTATION

In conditions of intensive innovative development of the world economy, preservation and scientific and technical development of the industrial complex is very important for Ukraine. The Zaporizhzhya region is a powerful industrial complex, but the deterioration of the material and technical base of industrial enterprises does not allow to fully realizing the innovative potential. To identify key problems hampering the development of innovative activities of industrial enterprises, and to find ways to solve them, the article analyzed the structure, the dynamics of innovation costs and

the volume of sales of innovative products in the Zaporizhzhya region. To solve the problems and find ways to develop innovation in the region, we conducted a forecasting procedure. And in order to obtain a reliable forecast, a study was made of the time series characterizing the innovative processes of the Zaporizhzhya region using fractal analysis.

**Key words:** innovative development, innovation, fractal analysis, R/S analysis, Hurst exponent, trends, forecast.

**Постановка проблеми.** Інноваційний процес має складний та довготривалий характер, бурхливу реакцію на дестабілізуючі чинники, а саме на недосконалу законодавчу базу, економічну нестабільність, надмірний податковий тиск, відсутність коштів для фінансування інноваційних розробок тощо. Ключову роль у розвитку інноваційного процесу в будь-якій країні відіграють підприємства. Про низьку інноваційну активність підприємств в Україні свідчать статистичні показники. В 2015 році питома вага обсягу виконаних наукових і науково-технічних робіт у ВВП складала 0,64%, тоді як наукоємність ВВП у країн-лідерів інновацій складає від 2,08% в Китаї та 2,73% в США до 3,47% в Японії і 4,15% у Південній Кореї [1, с. 15]. Низький рівень інноваційної активності перш за все пов'язаний з браком коштів, оскільки основний тягар фінансування інноваційної діяльності падає на плечі власників підприємств. Крім того, спостерігається безупинне зниження рівня наукоємності вітчизняної продукції [2]. Отже, аналіз тенденцій показників, що характеризують регіональні інноваційні процеси є важливою складовою регіональної політики, а прогнозування майбутніх тенденцій розвитку інноваційної діяльності в регіоні є важливим науково-практичним завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналізу інноваційної діяльності в Україні на регіональному рівні присвячено багато наукових робіт. Так, складові формування інноваційного процесу розглядали А. Карпенко [3] та О. Теряник [4]. Перспективи та проблеми розвитку інноваційної діяльності в Україні досліджували Д. Антонюк [5] та В. Костюченко [6]. До методів фрактального аналізу під час дослі-

дження розвитку інноваційної діяльності в регіоні зверталися такі науковці, як І. Чайковська [7] та Р. Бахтієв [8]. Витоки застосування фрактальних методів в економіці описані в працях Б. Мандельброта [9] та Е. Петерса [10].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Водночас дослідження інноваційної діяльності на підприємствах за допомогою фрактальних методів є досить новою та дискусійною проблемою, отже, залишається актуальною та потребує подальших досліджень.

**Мета статті** полягає у дослідженні динаміки часових рядів, що характеризують інноваційну діяльність підприємств Запорізького регіону, встановленні основних тенденцій інноваційного розвитку засобами фрактального аналізу та побудові прогнозу на майбутній період.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В умовах зростання конкурентної боротьби у всьому світі одним зі способів вирішення соціальних, економічних, екологічних проблем є застосування досягнень науки і техніки. Підприємства прагнуть до інтенсивного економічного зростання через впровадження більш досконалих факторів виробництва і технологій. Джерелом цих удосконалень є інноваційна діяльність; відповідно до Закону України «Про інноваційну діяльність» від 4 липня 2002 року № 40-IV [11] під інноваційною діяльністю розуміється діяльність, що спрямована на використання і комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок і зумовлює випуск на ринок нових конкурентоздатних товарів і послуг. Отже, інноваційний розвиток є джерелом економічного зростання та підвищення конкурентоспроможності.

Передумовою інтенсивного економічного зростання країни є перш за все активізація інноваційного розвитку вітчизняних підприємств. Серед регіонів України з вищою за середню (35 підприємств на область) часткою інноваційно-активних підприємств станом на 2016 рік були Одеська (36), Запорізька (49), Дніпропетровська (63), Львівська (64), Харківська (117) і Київська (130) області [12]. Проте за результатом моніторингу соціально-економічного стану регіонів України за 2016 рік за напрямом «Інвестиційно-інноваційний розвиток та зовнішньоекономічна співпраця» Запорізька область посіла 12 місце серед 25 регіонів. За показником частки реалізованої інноваційної продукції у загальному обсязі реалізованої промислової продукції вона посідає 15–17 місце [13]. Це свідчить про недостатню результативну інноваційну діяльність, адже за кількістю інноваційно-активних підприємств Запорізька область була в п'ятірці лідерів серед інших областей України в 2016 році. Низька інноваційна активність підприємств пов'язана з низкою причин, таких як:

– високий рівень ризику порівняно з іншими видами діяльності;

– відсутність довгострокових мотивацій в організаціях щодо високопродуктивної інноваційної діяльності;

– проблеми, пов'язані зі складним політичним та соціально-економічним становищем у країні.

Отже, відповідно до перерахованих вище причин, що стримують інноваційний розвиток підприємств, першочерговим завданням держави повинно бути створення ефективної та адекватної системи підтримки інноваційної діяльності.

Інноваційна діяльність тісно пов'язана з інвестиціями, ці дві сфери економічної діяльності найбільшою мірою реагують на зміни, що відбуваються в економічному середовищі, та найбільше потерпають від кризових ситуацій. Інвестування, спрямоване на оновлення основних фондів підприємств, є ключовим у вирішенні проблеми активізації інноваційного розвитку вітчизняної промисловості. А основним джерелом капітальних інвестицій були та залишаються власні кошти підприємств. Отже, проаналізуємо фінансову частку витрат підприємств Запорізької області на інноваційну діяльність у загальній сукупності витрат вітчизняних підприємств за 2000–2015 роки (рис. 1).

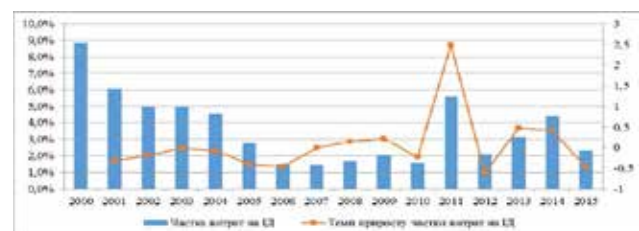


Рис. 1. Обсяги фінансування інноваційної діяльності Запорізького регіону

Джерело: побудовано автором на основі даних [2; 12]

Як видно з рис. 1, загальна сума витрат підприємств на інноваційну діяльність з 2000 року до 2007 року зменшується, з 2008 року вливання коштів у сферу інновацій набуває стрибкоподібного характеру. Максимальна частка витрат на інноваційну діяльність за досліджуваній період спостерігається в 2000 році та становить 155,9 млн. грн. Мінімальна частка – у передкризові 2006–2007 роки та становить 91,5 млн. грн. та 160,3 млн. грн. відповідно. У 2015 році спостерігаємо зменшення частки інноваційних витрат порівняно з 2014 роком на 47%, що свідчить про різке зниження витрат підприємств на інноваційну діяльність. Інвестиції є одним з основних факторів впливу на розвиток інноваційної діяльності. Вони впливають на такі показники: кількість підприємств, що впроваджують інновації; кількість впроваджених нових технологічних процесів; кількість освоєних інноваційних видів продукції; обсяг реалізованої інноваційної продукції; виконання наукових досліджень і розробок, які є критеріями виміру її ефективності.

Для більш активного розвитку інноваційного потенціалу окремих регіонів країни необхідно приділяти більше уваги саме аналізу, плануванню та прогнозуванню інноваційної діяльності регіону з точки зору рівня його готовності та здатності до інновацій. Потрібно більше уваги приділяти дослідженню минулих тенденцій розвитку цієї сфери та їх впливу на майбутнє поведіння регіональної інноваційної системи, що дає змогу вчасно запобігати виникненню проблем в інноваційному секторі економіки та сприяє прийняттю ефективних управлінських рішень, що дає змогу стимулювати інноваційні процеси.

Відповідно до джерела [7, с. 66] реалізація більшості динамічних процесів у природі, економіці, техніці має фрактальну геометрію. Фрактальність означає самоподібність, тобто на різних масштабах часовий ряд зберігає свою структуру. Фрактальна методологія допомагає визначити реакцію на зовнішні та внутрішні зміни за допомогою фрактальної розмірності, випадковості і не випадковості рядів динаміки, міру стійкості, сталості трендів і тривалості циклів в них [14, с. 186]. Потрібно зазначити, що нині немає універсальної моделі, яка б застосовувалася для опису різноманітних фрактальних процесів. Отже, нині є важливою та актуальною проблема вдосконалення моделей, для яких характерними є фрактальні властивості.

Для дослідження тенденцій регіонального інноваційного розвитку на прикладі Запорізької області з використанням засобів фрактального аналізу нами запропоновано алгоритм прогнозування з застосуванням методу Херста (рис. 2). Запропонований алгоритм передбачає дослідження динаміки часових рядів та визначення характеру їх поведінки, тобто випадковий чи не випадковий характер. Поведінка часових рядів визначається за допомогою показника Херста, а залежно від персистентності ряду обирається методика прогнозування. Застосування властивості персистентності дає змогу розробити більш надійний прогноз подальшого розвитку аналізованого процесу на основі даних про його попередній розвиток.

Отже, розглянемо застосування запропонованого алгоритму для показників, що характеризують інноваційний розвиток на промислових підприємствах Запорізької області (табл. 1). Для аналізу було використано дані офіційного сайту Головного управління статистики у Запорізькій області [2], а також обрано такі показники:  $x_1$  – питома вага підприємств, що впроваджували інновації, %;  $x_2$  – кількість упроваджених нових технологічних процесів;  $x_3$  – питома вага реалізованої інноваційної продукції в обсязі до промислової, %;  $x_4$  – кількість організацій, які виконують наукові дослідження і розробки;  $x_5$  – загальна сума витрат на фінансування інноваційної діяльності, млн. грн.

Як видно з табл. 1, питома вага підприємств, що впроваджували інновації, у 2015 році

зросла відносно 2000 року на 45,5%, а відносно 2014 року на 20,8%. Кількість упроваджених нових технологічних процесів у 2015 році відносно 2000 року зменшилась на 12,3%, а порівняно з 2014 – на 46,6%, максимальне значення маємо у 2011 році – 509. Питома вага реалізованої інноваційної продукції в обсязі до промислової та кількість організацій, які виконують наукові дослідження і розробки, у 2015 році відносно 2000 року зменшились на 43,8% та 40,9% відповідно. Але порівняно з 2014 роком дані показники зросли на 58,8% та 13% відповідно. Загальна сума витрат на фінансування інноваційної діяльності у 2015 році порівняно з 2014 роком також має тенденцію до зменшення на рівні 5,6%. Наступним етапом запропонованого алгоритму є кореляційний аналіз даних, що дасть змогу встановити наявність зв'язку між досліджуваними показниками (табл. 2).

Отже з табл. 2 видно, що обрані показники не мають між собою суттєвої взаємозалежності, оскільки абсолютне значення не перевищує рівня 0,8, тому можна переходити до наступного етапу дослідження даних показників.

Таблиця 1  
Показники впровадження інновацій на промислових підприємствах Запорізької області у 2000–2015 роках

Рік	Показники, що характеризують інноваційний розвиток				
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
2000	13,2	130	4,8	44	155,9
2001	8,7	74	2,3	40	119,4
2002	8,1	39	4,1	39	149,3
2003	7,9	86	5,5	39	152
2004	6,5	210	9,9	36	206,9
2005	5,8	351	9,5	37	158,5
2006	7,8	352	9,2	34	91,5
2007	10,8	234	6,6	35	160,3
2008	8,6	257	8,3	35	202,5
2009	6,3	134	4,2	36	163,9
2010	4,6	170	3,1	33	128,6
2011	18,3	509	3,2	30	800,4
2012	17,8	114	2,2	29	242,9
2013	18	207	2,3	27	298,6
2014	15,9	212	1,7	23	339,9
2015	19,2	114	2,7	26	321

Джерело: узагальнено автором на основі [2]

Таблиця 2  
Матриця кореляції показників, що характеризують інноваційний розвиток Запорізького регіону

Показники	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
$X_1$	1				
$X_2$	0,1137	1			
$X_3$	-0,594	0,3774	1		
$X_4$	-0,651	-0,256	0,4246	1	
$X_5$	0,6591	0,5852	-0,339	-0,513	1

Джерело: розроблено автором самостійно



Рис. 2. Алгоритм прогнозування інноваційної діяльності із застосуванням фрактального аналізу  
Джерело: розроблено автором на основі [9, с. 159–175; 10, с. 107]



Будуємо співвідношення  $R/S$  залежно від довжини ряду, по осі ординат відображається значення  $R/S$  у логарифмічному масштабі, по осі абсцис – період у логарифмічному масштабі (рис. 3). Оскільки показник  $R/S$  має зростаючу тенденцію для усіх досліджуваних показників, може бути описаний рівнянням лінійної регресії.

Як видно з рис. 3, коефіцієнт детермінації для кожного отриманого рівняння регресії має досить високе значення (від 0,87 до 0,95), тому можна зробити висновок, що побудовані моделі мають високу якість – більше 87%. Наступним етапом алгоритму (див. рис. 2) є розрахунок показника Херста (табл. 3). Показником Херста буде тангенс кута нахилу лінійної регресії до осі абсцис.

Фрактальні властивості економічних процесів можна відстежити за відхиленням показника Херста від граничного значення – 0,5, вза-

галі показник Херста може набувати значень в межах [0–1]. Аналізуючи дані табл. 3, бачимо, що значення показника Херста загальної суми фінансування інноваційної діяльності підприємств ( $X_5$ ) становить 0,49, а відповідно до джерел [9, с. 159–175; 10, с. 107] ряду характерна абсолютно випадкова поведінка, яка не підлягає прогнозуванню. Для усіх інших показників ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  та  $X_4$ ) значення показника Херста менше 0,5, що свідчить про антиперсистентність часових рядів (зростання змінюється спадом, і навпаки).

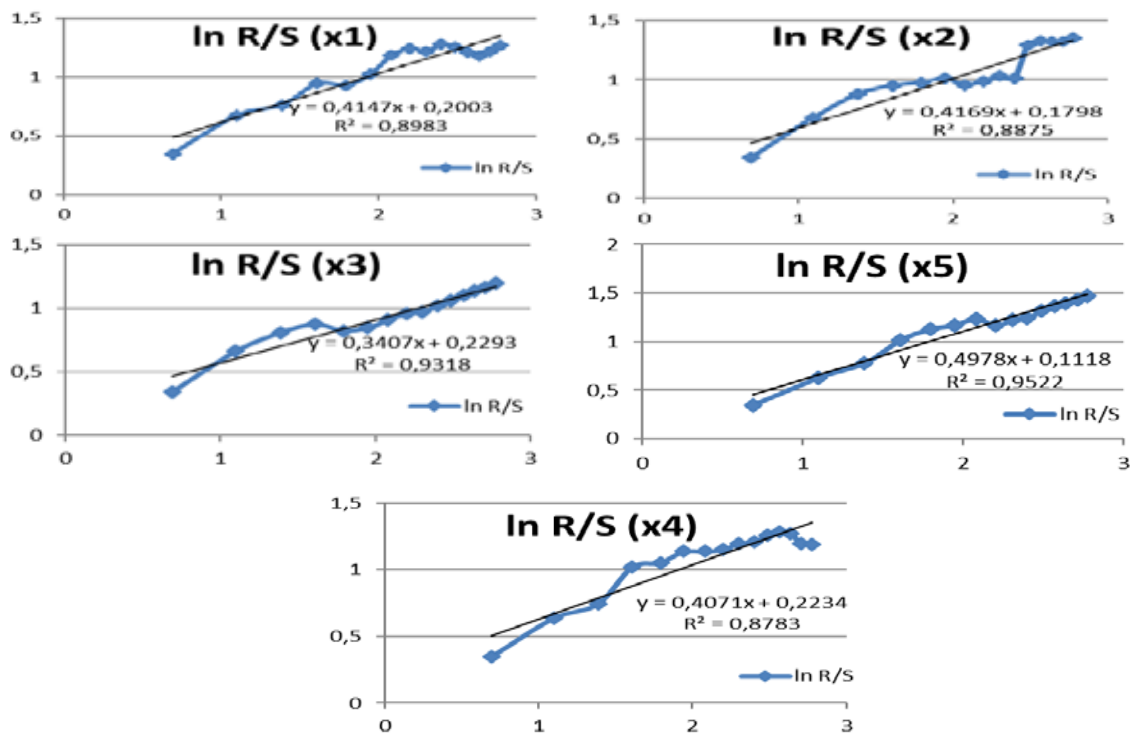
Відповідно до запропонованого алгоритму перейдемо до наступного етапу, а саме прогнозування. Прогнозування цих показників, згідно з джерелом [7, с. 67], більш ефективно проводити за допомогою методів короткострокового прогнозування, а саме експоненційного згладжування (МЕЗ) та ковзного середнього (МКС) (рис. 4).

Таблиця 3

Рівняння лінійної регресії та показних Херста

Показник	Рівняння лінійної регресії	Показник Херста ( $H$ )	Фрактальна розмірність ( $D$ )
$X_1$	$\ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,4147 * \ln(n) + 0,2003$	0,4147	1,5441
$X_2$	$\ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,4169 * \ln(n) + 0,1798$	0,4169	1,5104
$X_3$	$\ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,3407 * \ln(n) + 0,2293$	0,3407	1,568
$X_4$	$\ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,4071 * \ln(n) + 0,2234$	0,4071	1,5702
$X_5$	$\ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,4978 * \ln(n) + 0,1118$	0,4978	1,4692

Джерело: розроблено автором самостійно

Рис. 3. Відношення  $R/S$  для досліджуваних часових рядів

Джерело: розроблено автором самостійно

Відповідно до рис. 4 можна зробити висновок, що у 2016 році відносно 2015 року усі досліджувані показники, крім кількості впроваджених нових технологічних процесів, за результатами прогнозування матимуть тенденцію до спаду. Оскільки на основі візуального аналізу отриманих даних (рис. 4) досить складно встановити більш точну прогнозну модель, розрахуємо показники мір точності прогнозів (табл. 4).

Відповідно до табл. 4 можна зробити висновок, що метод ковзного середнього є більш точним у визначенні прогнозних значень. Про це свідчать значення розрахованих мір точності, які є нижчими, ніж для методу експоненційного згладжування. Отже, прогнозована питома вага підприємств, що впроваджують інновації, за методом ковзного середнього зменшиться на 8,3%, питома вага реалізованої інноваційної продукції в обсязі до промислової зменшиться на цілих 18,1%, кількість організацій, які виконують наукові дослідження і розробки, зменшиться на 4,7%. А кількість упроваджен-

них нових технологічних процесів в цей період різко зросте на 47,3% порівняно зі значенням попереднього 2015 року.

**Висновки.** В ході дослідження показників, що демонструють регіональний інноваційний розвиток, було виявлено коливальну тенденцію, що прямує до зниження. Це пов'язано перш за все з довгим циклом впровадження інноваційних проектів, їх малоефективним менеджментом, зі складною соціально-економічною та політичною ситуацією в країні. Крім того, за останні п'ятнадцять років вливання коштів у сферу інноваційної діяльності серед підприємств Запорізької області по відношенню до загального обсягу підприємницьких інвестицій в Україні зменшилось на 73,8%.

Для виходу з ситуації, яка склалася, та стабілізації інноваційного розвитку необхідно постійно відстежувати динаміку показників, що його характеризують. Для цього нами запропоновано алгоритм прогнозування інноваційної діяльності із застосуванням фрактального ана-

Таблиця 4

Міри точності прогнозних моделей МКС та МЕЗ

Показники	$X_1$		$X_2$		$X_3$		$X_4$	
	МКС	МЕЗ	МКС	МЕЗ	МКС	МЕЗ	МКС	МЕЗ
Корінь із середньоквадратичної похибки, %	0,66	1,12	3,88	4,87	1,73	2,93	0,92	1,37
Середня абсолютна похибка, %	5,46	10,71	29,91	35,23	16,82	26,74	7,74	12,21

Джерело: розраховано автором самостійно

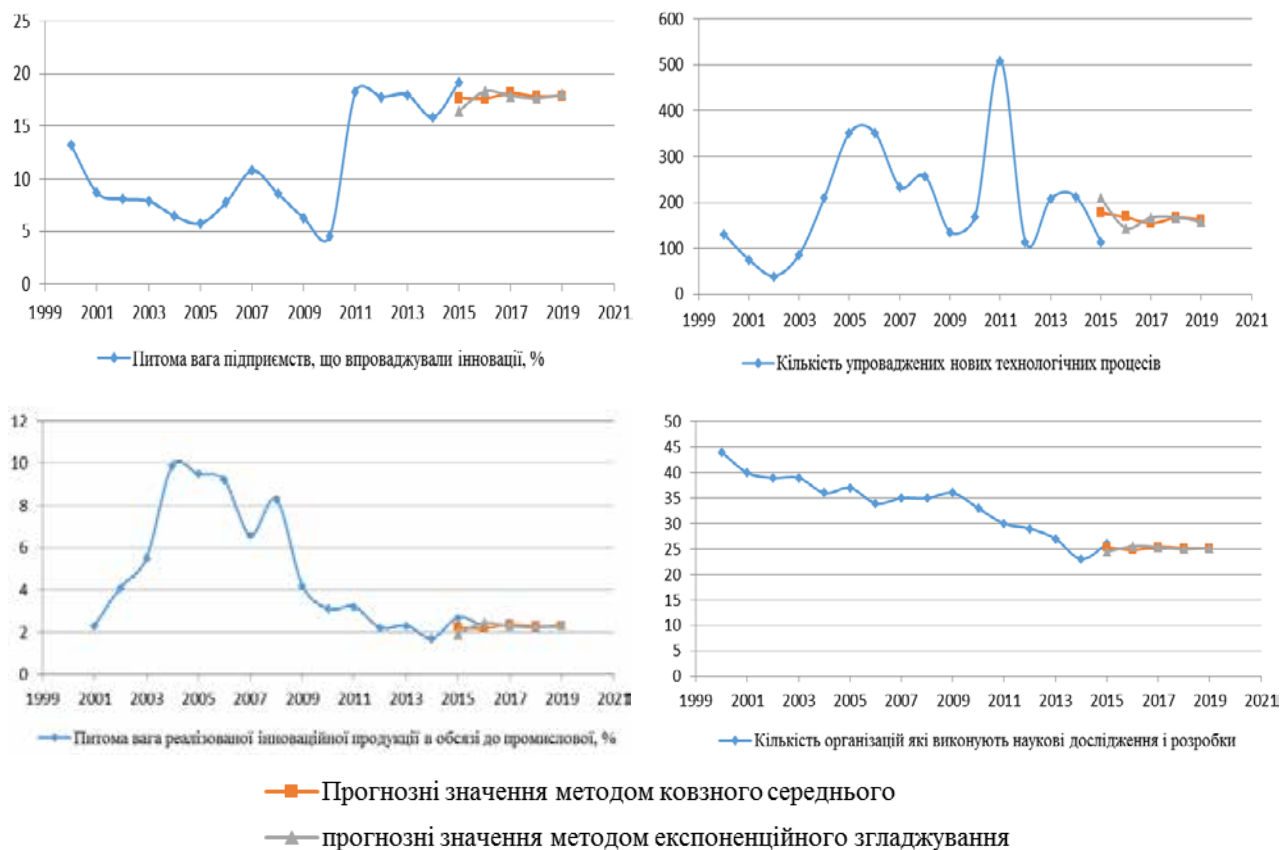


Рис. 4. Результати прогнозування досліджуваних показників

Джерело: побудовано автором самостійно

лізу, що дає змогу встановити вхідні показники, які адекватно відображають дійсність, а також підібрати методи прогнозування, що надають більш точну інформацію з урахуванням властивостей рядів динаміки.

Методом фрактального аналізу було встановлено антиперсистентність часових рядів показників  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ . Подальша побудова прогнозу для них показала, що показники  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  мають спадаючу тенденцію, а показник  $X_4$  – зростаючу. Ці прогнозовані значення для майбутніх періодів дають можливість та стимулюють приймати правильні управлінські рішення задля попередження впливу негативних факторів.

Виходячи з проведеного аналізу, встановили, що для активізації розвитку інноваційної діяльності суб'єктів господарювання важливими є збільшення державної частки фінансування інноваційної діяльності підприємств, нормативно-правове регулювання їх діяльності в цьому напрямі та створення приватно-державного партнерства. З боку бізнес-сфери необхідно вкладання ресурсів у формування структури менеджменту інноваційного розвитку підприємства та інноваційної культури суспільства. Такі заходи дадуть можливість створити прорив в економічному розвитку під впливом впровадження інновацій.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Андреева В. Оцінка стану інноваційної активності України в міжнародному контексті / В. Андреева // КНТЕУ. – 2017. – С. 198.
2. Офіційний сайт Головного управління статистики у Запорізькій області [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.zp.ukrstat.gov.ua>.
3. Карпенко А. Стан інноваційної діяльності в Запорізькому регіоні / А. Карпенко // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2014. – № 1. – С. 130–135.
4. Теряник О. Оцінювання розвитку складових формувальних інноваційного потенціалу Запорізького регіону / О. Теряник // Інвестиції: практика та досвід. – 2015. – № 9. – С. 10–15.
5. Антонюк Д. Проблеми та перспективи інноваційного розвитку промислового регіону (на прикладі Запорізької області) / Д. Антонюк, К. Антонюк // Економічний вісник НТУУ «КПІ». – 2012. – № 9. – С. 397–403.
6. Костюченко В. Проблеми та перспективи фінансування інноваційної діяльності в Україні у контексті європейської інтеграції / В. Костюченко // Проблеми та перспективи розвитку інноваційної діяльності в Україні : VIII Міжнародний бізнес-форум (Київ, 19 березня 2015 року). – К., 2015. – С. 134–136.
7. Чайковська І. Фрактальний аналіз та тенденції розвитку інноваційних процесів на промислових підприємствах / І. Чайковська // Економічний часопис – XXI. – 2014. – № 7–8(2). – С. 65–68.
8. Бахтиев Р. Формирование и развитие региональной инновационной системы : автореф. дисс. ... канд. экон. наук / Р. Бахтиев. – Уфа, 2013. – 27 с.
9. Mandelbrot B. Statistical Methodology for Non-Periodic Cycles: From the Covariance to R/S Analysis / B. Mandelbrot // Annals of Economic Social Measurement. – 1972. – № 1. – P. 159–175.
10. Peters E. Chaos and Order in the Capital Markets / E. Peters. – New York : John Wiley, 1991. – 240 p.
11. Офіційний портал Верховної Ради України 1994–2017 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua>.
12. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
13. Офіційний веб-сайт Міністерства економічного розвитку і торгівлі України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.minregion.gov.ua>.
14. Жудро В. Методические аспекты применения непараметрической статистики / В. Жудро // Економіка і менеджмент. – 2012. – № 3(51). – С. 186–189.