

ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ІННОВАЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

FRactal ANALYSIS OF THE INNOVATION ACTIVITY OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISES OF KHARKIV REGION AND TRENDS OF DEVELOPMENT

УДК 330.4:005.336.4

Ястремська О.М.

д.е.н., професор кафедри економіки,
управління підприємствами та логістики
Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця

Демченко Г.В.

аспірант кафедри економіки,
управління підприємствами та логістики
Харківський національний економічний
університет імені Семена Кузнеця

У статті визначено інтегральний показник рівня інноваційної активності промислових підприємств Харківської області, проаналізовано його часові ряди, визначено класифікацію часових рядів за допомогою R/S аналізу та критерію Херста. Виявлено основні тенденції розвитку інноваційних процесів і здійснено прогноз інноваційної активності підприємств.

Ключові слова: інноваційна активність, фрактальні властивості, критерій Херста, R/S аналіз, прогнозування.

В статье определен интегральный показатель уровня инновационной активности промышленных предприятий Харьковской области, проанализированы его часовые ряды, определена классификация часовых рядов с использованием R/S анализа и кри-

терия Херста. Определены основные тенденции развития инновационных процессов и осуществлен прогноз инновационной активности предприятий.

Ключевые слова: инновационная активность, фрактальные свойства, критерий Херста, R/S анализ, прогнозирование.

In article the integrated index of the level of innovative activity at the industrial enterprises of Kharkiv region was defined, its time-series was analyzed, using R/S method and Hurst exponent classification of time-series was defined. The main trends of the development of innovative processes was disclosed and innovative activity prediction was done.

Key words: innovative activity, fractal properties, Hurst exponent, R/S analysis, prediction.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується стрімким зростанням інноваційної складової. Незважаючи на те, що Україна має високий інтелектуальний потенціал, інноваційна складова забезпечення економічного розвитку використовується неповною мірою. Діяльність саме промислових підприємств, здатна стимулювати науково-технічний прогрес та є мультиплікатором інших галузей, це обумовлює першочергову необхідність систематичного аналізу динаміки технічного переозброєння промисловості, освоєння нових видів продукції, рівня інноваційного розвитку та ін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню оцінки рівня інноваційної активності підприємств України присвячено роботи багатьох вітчизняних вчених, серед них можна виділити Т.О. Гринька [1], Н.А. Дубровіну [2], І.Г. Романовського [3], С.Д. Щекотурову [4], однак ця категорія не є значенням статичним, вона постійно змінюється, що вимагає регулярного аналізу для виявлення основних притаманних тенденцій.

Формулювання цілей статті. Метою статті є здійснення аналізу рівня інноваційної активності промислових підприємств Харківської області за період з 2006 по 2015 рр., проведення аналізу часових рядів рівня інноваційної активності, визначення їх класифікаційних ознак відповідно до фрактальних властивостей, виявлення основних тенденцій подальшого розвитку інноваційної активності промислових підприємств та здійснення прогнозу на майбутнє.

Виклад основного матеріалу. Поняття оцінки інноваційної активності підприємства, тісно пов'язане з такою економічною категорією, як

інноваційна діяльність, що прийнято характеризувати як процес, спрямований на втілення результатів наукових досліджень і розробок або інших науково-технічних досягнень у новий чи удосконалений продукт, реалізований на ринку, в новий або вдосконалений технологічний процес, використовуваний у практичній діяльності [1, с. 56]. Звідси випливає, що інноваційний процес на підприємствах можна орієнтувати як на розробку та впровадження принципово нових технологій, так і на застосування поліпшуючих інновацій.

Під час вибору методики оцінки інноваційної активності, як методологічну основу, було використано принципи аналізу фінансово-економічного стану і особливості системи ділової активності, а також різні методичні підходи вітчизняних та зарубіжних вчених [1–4].

За період 2006-2015 рр. було проаналізовано дані десяти промислових підприємств Харківської області, які найбільш активно впроваджували інновації в господарську діяльність, а саме: ДП «ХМЗ «ФЕД»», ДП «Завод Радіореле», ПАТ «Завод Південкабель», ПАТ «НВП «Теплоавтомат», ПАТ «Світло шахтаря», ПАТ «Завод імені Фрунзе», ПАТ «Вовчанський агрегатний завод», ПАТ «Електроважмаш», ПАТ «ХТЗ ім. Орджонікідзе», ПАТ «Турбоатом». По кожному підприємству було здійснено розрахунок показників, які, на основі аналізу спеціалізованої літератури [2–4], рекомендовано для оцінки рівня інноваційної активності: коефіцієнт персоналу, зайнятого в науково-дослідній роботі (НДР) та дослідно-конструкторських розробках (ДКР), коефіцієнт майна, призначеного для НДР і ДКР, коефіцієнт освоєння нової техніки, коефіцієнт освоєння

Таблиця 1

Значення інтегральних показників інноваційної активності промислових підприємств Харківської області за період 2006-2015 рр.

№ з/п	Назва підприємства	Рік									
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	ДП «ХМЗ «ФЕД» (X1)	0,415	0,429	0,451	0,443	0,458	0,523	0,492	0,35	0,201	0,131
2	ДП «Завод Радіореле» (X2)	0,264	0,289	0,168	0,321	0,317	0,3	0,298	0,214	0,172	0,169
3	ПАТ «Завод Південкабель» (X3)	0,365	0,312	0,384	0,299	0,412	0,319	0,398	0,384	0,387	0,229
4	ПАТ «НВП «Тепло-автомат»» (X4)	0,2	0,18	0,154	0,156	0,162	0,174	0,177	0,188	0,191	0,34
5	ПАТ «Світло шахтаря» (X5)	0,258	0,264	0,257	0,299	0,3	0,307	0,314	0,276	0,151	0,111
6	ПАТ «Завод імені Фрунзе» (X6)	0,375	0,374	0,366	0,362	0,319	0,347	0,368	0,374	0,478	0,411
7	ПАТ «Вовчанський агрегатний завод» (X7)	0,344	0,342	0,314	0,357	0,423	0,479	0,512	0,564	0,581	0,514
8	ПАТ «Електроваж-маш» (X8)	0,342	0,303	0,417	0,487	0,211	0,419	0,374	0,401	0,329	0,302
9	ПАТ «ХТЗ ім. Орджонікідзе» (X9)	0,409	0,306	0,287	0,431	0,381	0,284	0,364	0,311	0,214	0,111
10	ПАТ «Турбоатом» (X10)	0,421	0,412	0,427	0,431	0,487	0,41	0,539	0,598	0,601	0,719

Джерело: складено автором

нової продукції, коефіцієнт інноваційного росту, та виявлено їхні темпи зростання.

В економічному аналізі передбачається побудова інтегральних або узагальнюючих показників. Для об'єктивності визначення рівнів інноваційної активності підприємств окремі показники, було агреговано в один інтегральний. Значення інтегральних показників на підприємствах, що досліджувалися, представлено в табл. 1.

Залежно від досягнутих результатів підприємством в інноваційній діяльності можна робити висновки щодо визначення рівня його інноваційної активності. Одним із способів визначення рівня є застосування психофізичної шкали Харрінгтона, яка встановлює відповідність між якісною оцінкою параметра та його кількісним значенням та має універсальне застосування. В табл. 2 представлено інтервальні значення функції бажаності та лінгвістична оцінка [5].

Чим ближче значення інтегрального показника рівня інноваційної активності до 1, тим вище її рівень на аналізованому підприємстві. Виходячи з табл. 1, 2, усі аналізовані підприємства можна віднести до «задовільного», або «поганого» рівня інноваційної активності.

Низькі значення інтегрального показника насамперед свідчать про те, що в загальному обсязі всіх інвестицій на інноваційний розвиток виділяється недостатній рівень коштів. Здійснення інвестицій без інновацій, як відомо, є вкрай небезпечним. Такий підхід сприяє розвитку технологічної відсталості підприємства, підсилює зниження конкурентоспроможності продукції і в майбутньому може призвести до технологічного банкрутства.

Вибір статистично обґрунтованих методів прогнозування разом із застосуванням сучасних засобів стратегічного управління та

прийняття ефективних управлінських рішень, які спрямовані на стимулювання інноваційних процесів та інтелектуалізації виробництва, дає змогу вчасно запобігати виникненню проблем у інноваційній діяльності на підприємстві [6; 7].

Таблиця 2

Шкала Харрінгтона

Лінгвістична оцінка	Інтегральні значення функції бажаності
Дуже добре	1,00 – 0,80
Добре	0,80 – 0,63
Задовільно	0,63 – 0,37
Погано	0,37 – 0,20
Дуже погано	0,20 – 0,00

Як продемонстрували численні дослідження останніх десятиріч, реалізація більшості динамічних процесів у природі, техніці, економіці мають фрактальну геометрію. Фрактальність означає самоподібність [6, с. 163], тобто на різних масштабах часовий ряд зберігає свою структуру.

Для здійснення прогнозування необхідно проаналізувати часовий ряд і визначити характер

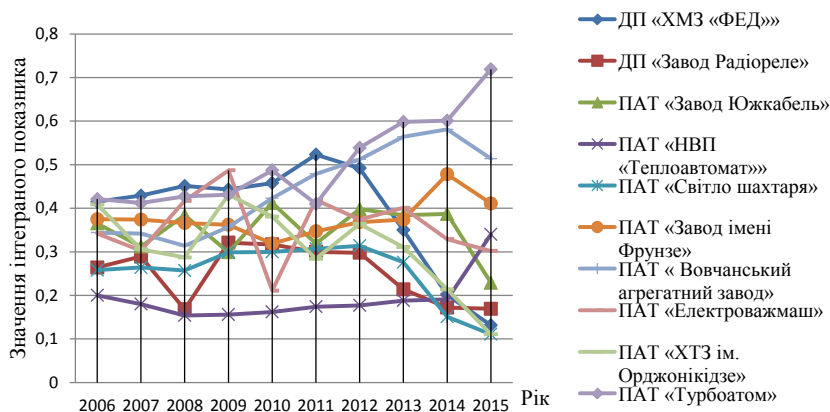


Рис. 1. Часові ряди інтегральних показників інноваційної активності промислових підприємств Харківської області

Джерело: побудовано автором на основі даних табл. 1

зміни рівня інноваційної активності – персистентний (антиперсистентний), тобто коли вона відповідає детермінованим нелінійним законам, чи випадковим [8, с. 121]. У роботі [8] відмічається, що будь-який спосіб оцінювання можливості прогнозування зміни у часі економічних показників потребує врахування фрактальних властивостей їх часового ряду.

На рис. 1 представлено графіки часових рядів досліджуваних підприємств.

Різного роду фрактальні структури в економічних системах зумовлюють фрактальну поведінку економічних показників таких систем. Метод Херста, що застосовується для аналізу фрактальних властивостей, що широкий спектр застосування завдяки своїй стійкості. Показник Херста містить мінімальні припущення про досліджувану систему і може класифікувати тимчасові ряди. Він може відрізнити випадковий ряд від не випадкового. Херст виявив, що більшість природних систем не дотримуються випадкового блукання [7, с. 26].

Функція Херста впливає на можливість економічного прогнозування. Після розрахунку показника Херста для певного ряду спостережень методу прогнозування імовірних значень ряду обирають залежно від його персистентності.

Алгоритм розрахунку показника Херста (фрактальний метод, заснований на R/S аналізі, або метод нормованого розмаху) можна описати таким чином [6; 7; 8]:

1. Визначаємо відхилення від середнього значення визначається за формулою:

$$X_{t,N} = \sum_{u=1}^t (e_u - M_N) \quad (1)$$

де N – довжина періоду, який змінюється від 2 до <довжини часового ряду>;

t – змінна, значення якої коливається від 1 до $N-1$;

M_N – середнє N елементів;

e – конкретний елемент часового ряду, тобто інтегральний показник інноваційної активності щодо дослідження.

2. На кожній ітерації отримуємо $N-1$ значень $X_{t,N}$, N , які використовуються у формулі (2):

$$R = \text{Max}(X_{t,N}) - \text{Min}(X_{t,N}) \quad (2)$$

де R – розмах відхилень X .

3. Нормуємо розмах шляхом ділення на стандартне відхилення S , котре знаходиться по N значенням.

4. Логарифмуємо R/S та N і будемо на основі отриманих даних графік функції залежності значення R/S у логарифмічному масштабі від періоду в логарифмічному масштабі.

5. На графіку функції $\ln(\frac{R}{S})$ від $\ln(t)$ знаходимо нахил шляхом лінійної апроксимації. Тангенс кута цього нахилу і є показником Херста.

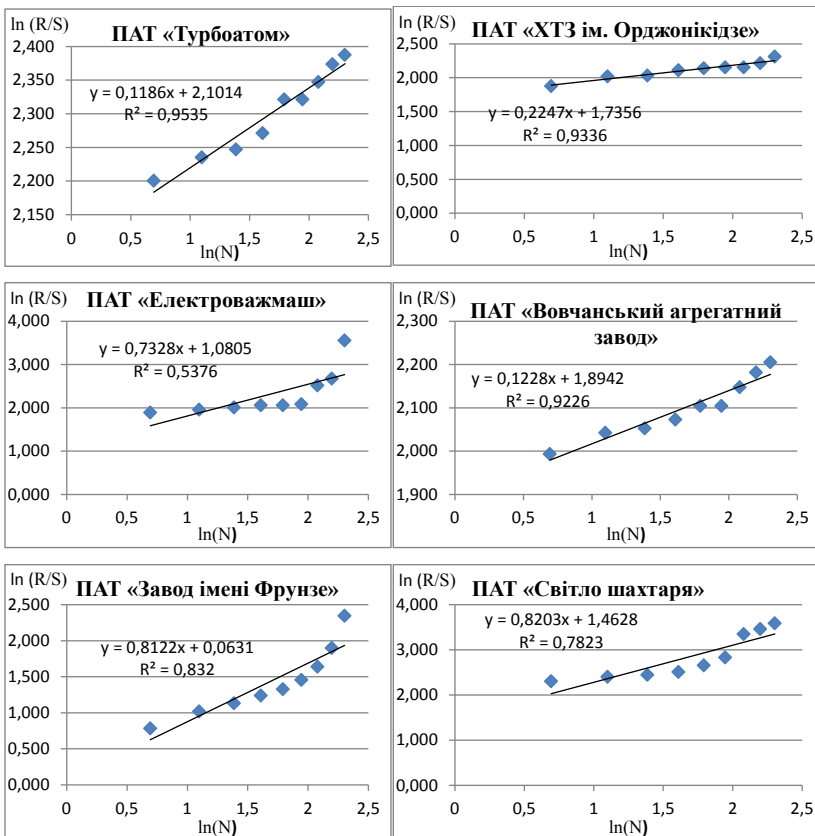


Рис. 2. Графіки співвідношення R/S залежно від довжини ряду

Джерело: складено автором

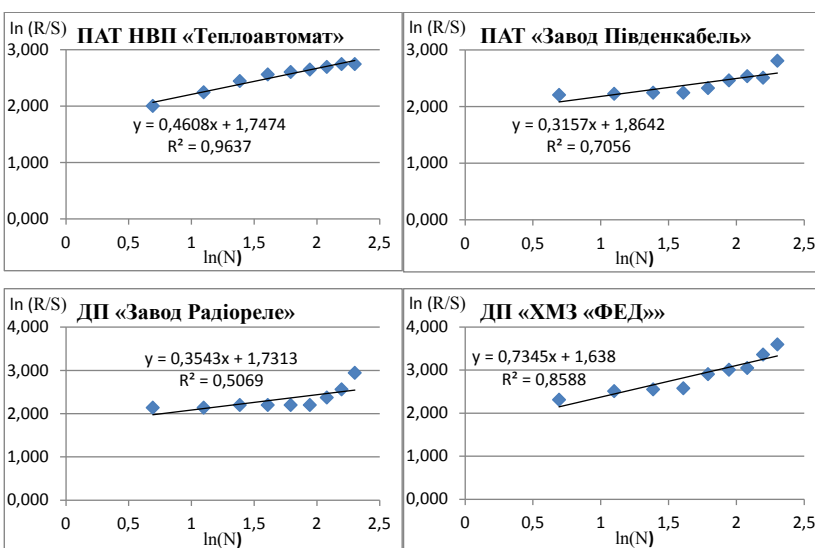


Рис. 3. Графіки співвідношення R/S залежно від довжини ряду

Показник Херста у свою чергу, пов'язаний із фрактальною розмірністю D кривої співвідношенням:

$$D = 2 - H \quad (3)$$

де D – фрактальна розмірність кривої.

Показник H , за аналогією з узагальненим броунівським рухом, може набувати значень від 0 до 1. Для аналізу економічних показників, породжених визначеною економічною системою, це має наступні значення:

1) ($0 < H < 0,5$) або ($1,5 < D < 2$) – свідчить про існування антиперсистентного або ергодичного часового ряду («рожевий шум»), для якого спостерігається контртрендовість, схильність економічної системи до постійної зміни тенденції (зростання змінюється спаданням, та навпаки). Стійкість подібної антиперсистентної поведінки залежить від того, наскільки H близький до нуля. Чим ближче його значення до нуля, тим ряд більш мінливий або волатильний. Такий тип системи часто називають «повернення до середнього» [7, с. 27];

2) ($H = 0,5$) або ($D = 1,5$) – числовий ряд є абсолютно випадковим або стохастичним («білий шум»), і характеризує відсутність довготривалої статистичної залежності (випадкова поведінка економічного показника) [7, с. 28];

3) ($0,5 < H < 1$) або ($1 < D < 1,5$) – відповідає персистентному часовому ряду («чорний шум»), спостерігається тренд, збереження тенденції до зростання чи спадання показника як у минулому, так і в майбутньому. При цьому чим вищим є значення показника, тим частіше за його підйомом іде підйом, а за спадом – спад [7, с. 29].

Отже, відхилення значення показника Херста від 0,5 є своєрідним відображенням фрактальних властивостей процесів, які породжують часові ряди. Використання властивості персистентності (антиперсистентності) дозволяє порівняно просто і надійно спрогнозувати подальший розвиток досліджуваного процесу на основі даних про його історію.

У роботі [8] було встановлено, що всі ці властивості справедливі навіть тоді, коли часові ряди є відносно короткими. На рис. 2, 3 побудовано рівняння лінійної регресії за показниками рівня інноваційної активності для кожного підприємства.

Як видно на рис. 2, 3, нормований розмах R/S зростає для всіх показників і може бути описаний рівнянням лінійної регресії.

Для x_1 : $Ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,07345 Ln(n) + 1,638$. Звідси випливає, що $H = 0,7345$, або $D = 1,2665$.

Для x_2 : $Ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,3543 Ln(n) + 1,7313$, $H = 0,3543$, або $D = 1,6457$.

Для x_3 : $Ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,3157 Ln(n) + 1,8642$, $H = 0,3157$, або $D = 1,6843$.

Для x_4 : $Ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,4608 Ln(n) + 1,7474$, $H = 0,4608$, або $D = 1,5392$.

Для x_5 : $Ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,8203 Ln(n) + 1,4628$, $H = 0,8203$, або $D = 1,1797$.

Для x_6 : $Ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,8122 Ln(n) + 0,0631$, $H = 0,8122$, або $D = 1,1878$.

Для x_7 : $Ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,1228 Ln(n) + 1,8942$, $H = 0,1228$, або $D = 1,8772$.

Для x_8 : $Ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,7328 Ln(n) + 1,0805$, $H = 0,7328$, або $D = 1,2672$.

Для x_9 : $Ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,2247 Ln(n) + 1,7356$, $H = 0,2247$, або $D = 1,7753$.

Для x_{10} : $Ln\left(\frac{R}{S}\right) = 0,1186 Ln(n) + 2,1014$, $H = 0,1186$, або $D = 1,8814$.

На підставі здійснених розрахунків, можна зробити висновок, що інтегральні показники рівня інноваційної активності по роках на підприємствах ДП «Завод Радіореле», ПАТ «Завод Південкабель», ПАТ «Вовчанський агрегатний завод», ПАТ «ХТЗ ім. Орджонікідзе», ПАТ «Турбоатом» (можна віднести до антиперсистентного часового ряду, тобто показникам властива схильність до постійної зміни, оскільки вони знаходяться в інтервалі $0 \leq H \leq 0,5$).

Розрахований показник Херста для ПАТ «НВП «Теплоавтомат»», є близьким до 0,5, тому можна зробити висновок, що досліджуваний ряд є стохастичним і прогнозувати цей показник немає сенсу.

Для підприємств ДП «ХМЗ «ФЕД», ПАТ «Світло шахтаря», ПАТ «Завод імені Фрунзе», ПАТ «Електроважмаш», показник Херста знаходиться в інтервалі ($0,5 \leq H \leq 1$), що демонструє наявність фрактальних властивостей та персистентність ряду. Це свідчить про збереження існуючої тенденції до спаду рівня інноваційної активності.

Під час дослідження було встановлено, що значення показника Херста, відмінне від 0,5 дозволяє визначити тенденції розвитку показника, а також дає змогу врахувати особливості часового ряду для вибору адекватного методу прогнозування.

Відсутність тренду в досліджуваному процесі для підприємств ДП «Завод Радіореле», ПАТ «Завод Південкабель», ПАТ «Вовчанський агрегатний завод», ПАТ «ХТЗ ім. Орджонікідзе», ПАТ «Турбоатом» дозволяє вибрати модель випадкового блукання «одномірний броунівський рух» і використати для прогнозування експоненційне згладжування та ковзне середнє.

Прогнозування показника інноваційної активності підприємств, де спостерігається трендова залежність, а саме для підприємств ДП «ХМЗ «ФЕД», ПАТ «Світло шахтаря», ПАТ «Завод імені Фрунзе», ПАТ «Електроважмаш», розраховано із застосуванням лінійної моделі тренду.

Результати прогнозування інтегрального показника рівня інноваційної активності промислових

підприємств Харківської області на 2016р. представлено в табл. 3.

Таблиця 3

Результати прогнозування інтегрального показника рівня інноваційної активності на 2016 р.

№ з/п	Назва підприємства	Прогнозоване значення показника	Очікуваня тенденції зміни показника
1	ДП «ХМЗ «ФЕД»	0,0269	↓
2	ДП «Завод Радіо-реле»	0,1566	↓
3	ПАТ «Завод Південкабель»	0,3655	↓
4	ПАТ «НВП «Теплоавтомат»»	-	
5	ПАТ «Світло шахтаря»	0,1190	↓
6	ПАТ «Завод імені Фрунзе»	0,4150	↓
7	ПАТ «Вовчанський агрегатний завод»	0,5190	↑
8	ПАТ «Електроважмаш»	0,2455	↓
9	ПАТ «ХТЗ ім. Орджонікідзе»	0,0788	↓
10	ПАТ «Турбоатом»	0,7513	↑

Виходячи з табл. 3, всі отримані значення інтегральних показників рівня інноваційної активності промислових підприємств знаходяться в межах довірчого інтервалу та підтверджують існування тенденції, що відповідає зміні показника Херста. Результати прогнозування інтегрального показника інноваційної активності говорять про тенденцію до зростання на підприємствах ПАТ «Вовчанський агрегатний завод» та ПАТ «Турбоатом». Щодо інших підприємств – значення інтегральних показників рівня інноваційної активності мають тенденцію до зниження. На ПАТ «НВП «Теплоавтомат»» здійснити точний прогноз не можливо, через стохастичність ряду показників.

Висновки. На основі аналізу статистичної та фінансової звітності за період з 2006-2015 рр.

здійснено дослідження оцінки рівня інноваційної активності десяти промислових підприємств Харківської області. Проаналізовано часові ряди впровадження інновацій на промислових підприємствах, визначено класифікацію часових рядів за допомогою R/S аналізу та критерію Херста. Визначено та здійснено прогноз основних тенденцій інноваційної активності на 2016 р. Отримані результати є підґрунтям для прийняття управлінських рішень щодо зростання інноваційної активності машинобудівних підприємств.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Гринько Т. О. Щодо інноваційного потенціалу як складової інноваційної активності підприємства / Т. О. Гринько // Економіст. Науковий журнал. – 2010. – № 2. – С. 56–58.
2. Дубровина Н. А. Метод оценки эффективности инновационной деятельности промышленного предприятия / Н. А. Дубровина // Вестник СамГУ. – 2013. – № 4 (105). – С. 137–146.
3. Романовський І. Г. Методика измерения инновационной активности предприятия / І. Г. Романовський // Бизнес-информ. – 2010. – № – 5 (1). – С. 88–90.
4. Щекотурова С. Д. Анализ инновационной активности металлургических предприятий с использованием математического моделирования. / С. Д. Щекотурова // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № – 108 (04). С. 1–16.
5. Моделивання економічної безпеки: держава, регіон, підприємство: монографія / В. М. Геєць, М. О. Кизим, Т. С. Клебанова та ін. – Х., 2006. – 240 с.
6. Новикова Н. Б. Фрактальные методы и концепция экономически минимальных производственных систем в управлении инновациями / Н. Б. Новикова // Вестник ЮРГТУ (НПИ). – 2011. – № 2. – С. 162–166.
7. Найман Э. Расчет показателя Херста с целью выявления трендовости (персистентности) финансовых рынков и макроэкономических индикаторов / Э. Найман // Экономист. – 2009. – № 10. – С. 25–29.
8. Дубницький В. Ю. Вибір методу прогнозування з урахуванням фрактальної вимірності ряду / В. Ю. Дубницький, К. В. Єрмаков // Бизнес-информ. – 2011. – С. 120-121.