УДК 658.330.4:005.334.02

[https://doi.org/10.33296/2707-0654-9\(18\)-10](https://doi.org/10.33296/2707-0654-9(18)-10)

ПРОХОРОВА Вікторія

доктор економічних наук, професор,
Українська інженерно-педагогічна академія,
м. Харків, Україна
ORCIDiD: <https://orcid.org/0000-0003-2552-2131>

ЗАЛУЦЬКА Христина

кандидат економічних наук, доцент,
Національний університет «Львівська
політехніка»,
м. Львів, Україна
ORCIDiD: <https://orcid.org/0000-0002-4342-4925>

**ФРАКТАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ УПРАВЛІНСЬКОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЯК
ПІДґРУНТЯ ПРОГНОЗУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ СТРАТЕГІЧНИХ
СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА
ОСНОВІ ПРОЦЕСІВ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ТА ІНТЕГРАЦІЇ**

Анотація. Для вибору найдоцільнішого методу прогнозування рівня розвитку підприємства залежно зміни умов його функціонування варто здійснити фрактальний аналіз, який дозволить визначити характер і причини зміни часового ряду результативності підприємства, що сприятиме підвищенню управлінської ефективності за рахунок прийнятих управлінських рішень адекватним сучасним умовам розвитку.

Метою статті є визначення фрактальних властивостей управлінської ефективності як підґрунтя прогнозування комбінованих стратегічних сценаріїв розвитку машинобудівних підприємств на основі процесів диверсифікації та інтеграції.

У роботі зроблено фрактальний аналіз рівня раціоналізації бізнес-процесів підприємства-репрезентанта (коефіцієнта синхронності) як основи забезпечення результативності показника його управлінської ефективності протягом 2009–2018 рр. Для аналізу таких часових рядів було використано метод Гарольда Едвіна Херста (R/S-аналіз). Метод Херста дозволяє проаналізувавши часові ряди, розрізнити випадкові та фрактальні часові ряди, а також зробити висновки щодо наявності неперіодичних циклів, довготривалої пам'яті та ін. Фрактальний аналіз коефіцієнта синхронності підприємства-репрезентанта, яке належить до кластера з високим рівнем розвитку, дав змогу визначити, що досліджуваний ряд є персистентним і, відповідно, подальшою тенденцією зміни цього показника буде зростання. Для зменшення значення

коефіцієнта синхронності, яке свідчить про зростання незбалансованості наявних на підприємстві бізнес-процесів, що призводить до втрати можливості нарощення додаткового ефекту, необхідного для стратегічного розвитку підприємства в сучасних умовах функціонування, запропоновано управлінські рішення щодо використання диверсифікаційно-інтеграційного напрямку розвитку. Проведені розрахунки доцільності застосування обраного напрямку розвитку для зниження коефіцієнта синхронності підтвердили ефективність управлінських рішень.

Ключові слова: фрактальний аналіз; управлінська ефективність; диверсифікаційно-інтеграційний розвиток; коефіцієнт синхронності; прогнозування; машинобудівне підприємство.

Вступ. Сучасні умови розвитку вимагають від підприємств пошуку нових способів ведення бізнесу (диверсифікаційно-інтеграційного напрямку розвитку). При чому, швидкий розвиток науково-технічного прогресу, зростаючі інноваційні та технологічні властивості продукції/послуг, активна інформатизація суспільства, підвищує вимоги споживачів, специфічність виникаючих потреб і унікальність виготовлених товарів/послуг, що потребує пошуку креативних рішень оперативного вирішення виникаючих проблем для ефективного ведення бізнесу обраним способом. Однак, ефективні управлінські рішення не можуть прийматися акцентуючи увагу лише на особливостях зовнішнього середовища без врахування значень поточного і попереднього рівня розвитку підприємств. Це пов'язано із необхідністю врахування можливостей розвитку підприємств в минулому, що дозволить побудувати його прогноз на майбутнє і вжити ефективних управлінських заходів покращення розвитку підприємства в адекватних для нього межах. Тобто, управління розвитком підприємств в однакових умовах стану факторів зовнішнього середовища буде відрізнятися певними управлінськими діями залежно не лише від наявного стану розвитку підприємств, а й від особливостей зміни цього стану в минулих періодах їх функціонування, враховуючи можливості його покращення в конкретний момент. Це дозволить екстраполюючи можливості розвитку підприємства з попередніх періодів, застосувати не лише ефективні управлінські заходи для успішного розвитку підприємства в поточному

періоді, а й реальні – для результативного довгострокового розвитку підприємства відповідно технодинамічних умов зовнішнього середовища його функціонування. Отже, ефективність управлінських рішень, які забезпечать довгострокову конкурентоспроможну діяльність підприємств в сучасних умовах, залежить від правильно визначеної динаміки тренду та точності побудованого прогнозу їх розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В науковій літературі і практиці визначення динаміки розвитку різних економічних явищ використовують значну кількість методів прогнозування, які можна виокремити в такі групи: неформальні; кількісні; якісні. Кожна із цих груп містить окремі методи і моделі прогнозування, застосування яких у конкретних ситуаціях мають свої переваги та недоліки. Це, відповідно, вимагає попередньої оцінки доцільності використання окремих методів до побудови точних прогнозів у конкретний період часу при певних умовах. Для обмеження кількості найефективніших методів побудови конкретних прогнозів доцільно дослідити часові ряди розвитку певного явища і, визначивши природу їх змін (чи їх поведінка породжується детермінованим законом, чи вони повністю випадкові), обрати оптимальний при цьому метод, який дозволить побудувати точний прогноз, що можливо за допомогою фрактального аналізу. На противагу традиційних координат (абсцис і ординат) побудова фрактальних діаграм дозволяє представити загальну поведінку певного явища, а не показує її абсолютне значення в певний момент часу. Тобто, фрактали застосовуються в тому випадку, коли об'єкт має кілька варіантів розвитку, і стан системи визначається положенням, в якому вона знаходиться на даний момент. Вони дозволяють описати нестабільні системи і процеси, та найголовніше, передбачити майбутнє таких об'єктів [11].

Фрактальним аналізом займалися вітчизняні та зарубіжні науковці: В. Дубницький [1], Р.Кроновер [3], І. Ликов [4], І. Некрасова [5], Н. Новікова

[6], Е. Найман [7], Е. Петерс [8; 14], О.Трунов [9], Г.Тур [10], І.Чайковська [11], А. Аніс та Е. Ллойд [12], Б. Мандельборт [13] та ін.

Пропоновані науковцями рекомендації будуть ефективними при визначенні характеру тренду розвитку машинобудівних підприємств, окресленні методів побудови результативного прогнозу і вибору сценарію їх стратегічного розвитку в сучасних умовах функціонування.

Метою статті є визначення фрактальних властивостей управлінської ефективності як підґрунтя прогнозування комбінованих стратегічних сценаріїв розвитку машинобудівних підприємств на основі процесів диверсифікації та інтеграції.

Виклад основного матеріалу. Диверсифікація та інтеграція є ефективним напрямком розвитку підприємств в сучасних умовах. Оскільки, диверсифікуючи свою діяльність підприємства отримують можливість завоювання значної частки ринку, прибутковості та стратегічної перспективності за рахунок страхування одних, неефективний в певний момент часу залежно впливу динамічних умов розвитку, напрямків діяльності, іншими більш чи менш прибутковими у цей період. Інтеграція, у свою чергу, дозволяє максимально реалізувати перспективні в конкретний період проекти або забезпечити ефективність здійснення наявних на підприємстві напрямків діяльності через підвищення результативності окремих бізнес-процесів.

Однак, ефективність застосування цих напрямків розвитку для конкретних підприємств, в значній мірі, залежить і зумовлюється результативними управлінськими рішеннями адекватними умовам функціонування сучасних підприємств. Тобто, можливість результативного застосування процесів диверсифікації та інтеграції в діяльності сучасних підприємств вимагає певного комплексу управлінських інновацій, ефективність реалізації яких підтверджується зростаючим значенням показника управлінської ефективності, який свідчить про доцільність і необхідність

впровадження певних заходів, що потребує використання цих процесів в діяльність підприємств.

Прийняття ефективних управлінських рішень щодо вибору стратегічного напрямку розвитку підприємства повинно базуватися на даних, які ретельно характеризують поточний стан розвитку підприємства та максимально точно дозволяють простежити тенденцію його зміни в майбутньому. За основу прийняття ефективних управлінських рішень, що дозволить оптимізувати значення показника управлінської ефективності за рахунок застосування оперативних заходів раціоналізації структури підприємства перспективними бізнес-процесами, підвищивши при цьому їх результативність, доцільно взяти прогнози значення розвитку підприємства, зумовлені рівнем реалізації його бізнес-процесів, вибудовані за допомогою використання максимально адекватних склавшимся умовам методів прогнозування, окреслених за допомогою фрактального аналізу часових рядів зміни рівня раціональної реалізації цих бізнес-процесів.

Для визначення рівня раціональної реалізації бізнес-процесів підприємства доцільно застосувати коефіцієнт синхронності, який показує ефективність виконання бізнес-процесів підприємства, враховуючи сумісність здійснюваних з максимальною результативністю взаємопов'язаних через ресурсну взаємно забезпеченість бізнес процесів. В даному випадку, визначається на скільки ефективно використовуються вкладені в реалізацію бізнес-процесів підприємства ресурси, або який результат забезпечують бізнес-процесу вкладені в нього кошти і взаємозв'язки з іншими бізнес-процесами.

Для фрактального аналізу був використаний алгоритм Херста, проведений за наступною послідовністю:

1. На основі вихідного ряду Y розраховано логарифмічні відносини:

$$N_t = \text{Ln} \frac{Y_t}{Y_{t+1}}, \quad (1)$$

де Y_t – попереднє значення; Y_{t+1} - наступне після Y значення.

2. Розділено ряд N_t на A суміжні підперіоди ($A \leq N_t/2$) довжиною n , так щоб $A \cdot n = N_t$. Кожен підперіод позначено як I_a , де $a = 1, 2, 3, \dots, A$. Для кожного I_a визначено середнє значення:

$$E(I_a) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n N_{k,a} \quad (2)$$

3. Розраховано відхилення значення показника від середнього для кожного підперіода I_a :

$$X_{k,a} = \sum_{i=1}^k (N_{i,a} - E(I_a)) \quad (3)$$

4. Розраховано розмах в межах кожного періоду:

$$R_{I_a} = \max(X_{k,a}) - \min(X_{k,a}) \quad (4)$$

5. Розраховано стандартне відхилення для кожного періоду:

$$S_{i,a} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (N_{k,a} - E(I_a))^2} \quad (5)$$

6. Кожен R_{I_a} поділено на S_{I_a} . Розраховано середнє значення R/S :

$$R/S(n) = \frac{\sum_{a=1}^A R/S(A)}{A} \quad (6)$$

7. Побудовано графік залежності $\log(R/S(n))$ від $\log(n)$ і знайдено регресію виду:

$$\log(R/S(n)) = H \cdot \log(n) + C, \quad (7),$$

де H – показник Херста.

Вихідні дані для прогнозування рівня раціоналізації бізнес-процесів підприємства-репрезентанта ПАТ «Сумське машинобудівне НВО ім. Фрунзе», як основи забезпечення результативності показника його управлінської ефективності через проведення фрактального аналізу динаміки коефіцієнта синхронності подано в табл.1. Підприємство-репрезентант згідно значення коефіцієнта синхронності належить до кластеру з високим рівнем розвитку.

**Динаміка коефіцієнта синхронності підприємства-репрезентанта
кластеру з високим рівнем розвитку**

**ПАТ «Сумське машинобудівне НВО ім. Фрунзе»,
коєф. вимір, 2009-2018 рр.**

Рік	X, (номер року)	Y – коефіцієнт синхронності, тис. грн.
2009	1	0,68
2010	2	0,8
2011	3	0,98
2012	4	1,09
2013	5	1,12
2014	6	1,1
2015	7	1,49
2016	8	1,58
2017	9	1,7
2018	10	1,81

Примітка: розраховано авторами

Згідно алгоритму знаходження показника Херста та даних табл. 1 спочатку розраховано статистичні параметри для часового ряду Y, які наведені в табл. 2 і потрібні для знаходження показника Херста.

Таблиця 2

**Статистичні параметри Херста для часового ряду Y коефіцієнта
синхронності підприємства-репрезентанта кластеру з високим рівнем
розвитку ПАТ «Сумське машинобудівне НВО ім. Фрунзе»,
коєф. вимір, 2009-2018 рр.**

Рік	Y, коефіцієнт синхронності i	$N_t = \ln Y(t+1) / Y_t$	Відхилення від середнього значення ряду N_t							
2009	0,68		1	2	3	4	5	6	7	8
2010	0,8	0,163	-0,020	0,005	0,038	0,066	0,032	0,042	0,048	0,054
2011	0,98	0,203	0,020	0,046	0,078	0,107	0,072	0,082	0,088	0,094
2012	1,09	0,106		-0,051	-0,018	0,010	-0,024	-0,014	-0,008	-0,002
2013	1,12	0,027			-0,098	-0,069	-0,104	-0,093	-0,087	-0,082
2014	1,1	-0,018				-0,114	-0,149	-0,138	-0,133	-0,127
2015	1,49	0,303					0,173	0,183	0,189	0,195
2016	1,58	0,059						-0,062	-0,056	-0,050
2017	1,7	0,073							-0,041	-0,036
2018	1,81	0,063								-0,046

Продовження Табл. 2								
Hurst statistical indicators								
Length (n) of adjacent subperiods of a series $Nt = \ln Y(t+1)/Yt$	2	3	4	5	6	7	8	9
Average value=	0,183	0,157	0,125	0,096	0,131	0,120	0,115	0,109
Max=	0,020	0,046	0,078	0,107	0,173	0,183	0,189	0,195
Min=	-0,020	-0,051	-0,098	-0,114	-0,149	-0,138	-0,133	-0,127
R=Max-Min=	0,040	0,097	0,176	0,221	0,321	0,321	0,321	0,321
S=	0,029	0,048	0,076	0,092	0,118	0,111	0,104	0,099
R/S=	1,414	1,991	2,308	2,407	2,727	2,895	3,087	3,249
Average value R/S=	1,414	1,703	1,904	2,030	2,169	2,290	2,404	2,510
$\ln(R/S)$ =	0,347	0,532	0,644	0,708	0,774	0,829	0,877	0,920
$\ln(n)$ =	0,693	1,099	1,386	1,609	1,792	1,946	2,079	2,197

Примітка: розраховано авторами;

Y – вихідні дані; Nt - часовий ряд перетворений в часовий ряд з логарифмічних відношень $Nt = \ln Y(t+1)/Yt$, який розбивається на підперіоди довжиною на одиницю менше ніж ряд Y ; Average value – середнє значення відповідного суміжного підперіоду; Max – максимальне значення довжини відповідного суміжного підперіоду; Min – мінімальне значення довжини відповідного суміжного підперіоду; R – розмах у межах кожного підперіоду; S – стандартне відхилення для кожного підперіоду; R/S - відношення розмаху у межах кожного періоду до стандартного відхилення; $\ln(R/S)$ – натуральний логарифм від середнього значення R/S, $\ln(n)$ – натуральний логарифм від довжини суміжного підперіода ряду $Nt1$.

На основі одержаних статистичних показників (табл. 2) був побудований графік $\ln(R/S)$ від $\ln(n)$ часового ряду Y (рис.1) та знайдено нахил лінії лінійної апроксимації. Тангенс кута цього нахилу і є показник Херста (H).

Рис. 1. Співвідношення $\ln(R/S)$ від $\ln(n)$ для часового ряду Y коефіцієнта синхронності підприємства-репрезентанта кластеру з високим рівнем розвитку ПАТ «Сумське машинобудівне НВО ім. Фрунзе»

Показник Херста може приймати значення від 0 до 1 [9].

Якщо $0 \leq H \leq 0,5$ то ряд антиперсистентний, якщо $H = 0$, то ряд стохастичний і коли $0,5 \leq H \leq 1$, то ряд персистентний.

Згідно проведених розрахунків, рівняння для часового ряду коефіцієнта синхронності підприємства-репрезентанта має такий вигляд:

$$y = 0,347X + 0,136 \quad (8)$$

В даному випадку, показник Херста дорівнює 0,607, що згідно даних інтерпретації потрапляє у межі $0,5 \leq H \leq 1$ і, відповідно, свідчить про персистентність часового ряду. Персистентність ряду означає, що прогноз зміни коефіцієнта синхронності матиме, як і в минулому, зростаючу тенденцію. В такому випадку, для прогнозування доцільно використовувати звичайні економетричні моделі: експоненціального згладжування Брауна; Хольта; Хольта-Вінтерса тощо.

Зростаюче значення показника зумовлено зростанням унікальних вимог споживачів, появою оригінальних товарів, генеруванням креативних ідей під впливом розвитку НТП, інноваційності та цифровізації усіх сфер життєдіяльності суспільства та дифузією отриманих результатів із однієї сфери у інші з або без певних змін.

Однак, зростаюче значення коефіцієнта синхронності супроводжується зниженням результативності бізнес-процесів підприємства (на 11,5 % у 2018 році порівняно із 2017 роком) за рахунок неефективного використання окремих можливостей нарощення додаткового ефекту, необхідного для забезпечення довгострокового конкурентоспроможного розвитку підприємства.

Зменшити значення коефіцієнта синхронності можливо за рахунок відмови від певних бізнес-процесів, однак, це зумовить зниження загальної результативності бізнес-процесів, оскільки основна частина кожного із бізнес-процесів задіяна в створенні відповідного результату діяльності підприємства загалом. В такому випадку, оптимальним буде виділення у діяльності підприємства відповідних бізнес одиниць за рахунок віднесення до них

інтеграційно-адаптивних бізнес-процесів, які забезпечать ефективну реалізацію одне одного за рахунок максимально можливої раціоналізації їх ресурсного забезпечення.

Враховуючи рекомендації щодо виділення бізнес одиниць, подані у роботі [2], досліджуване підприємство-репрезентант кластеру з високим рівнем розвитку ПАТ «Сумське машинобудівне НВО ім. Фрунзе», можна поділити на 5 бізнес одиниць. Значення коефіцієнта синхронності бізнес-процесів відповідних бізнес одиниць (бо) становитиме: $bo_1 - 1,3$; $bo_2 - 0,88$; $bo_3 - 0,7$; $bo_4 - 1,28$; $bo_5 - 0,53$. Для підвищення і зниження значень коефіцієнта синхронності у конкретному випадку доцільним є застосування певних управлінських інновацій, які внесуть зміни в економічну політику підприємства. Наприклад, бізнес одиниці 1 і 4 можуть розглянути можливість реалізації частини результатів здійснення відповідних бізнес-процесів стороннім підприємствам, що сприятиме розширенню ринку збуту. Збільшення ж коефіцієнтів синхронності можливо шляхом залучення ресурсів від сторонніх підприємств на вигідних умовах. Однак, необхідність збільшення коефіцієнту синхронності певних бізнес-процесів конкретних одиниць бізнесу згідно результатів здійсненого прогнозу має не короткострокову, а довгострокову необхідність, що потребує тривалого збереження раціональних умов залучення потрібних видів ресурсів. Це можливо за допомогою використання особливостей процесу інтеграції конкретних бізнес одиниць із привабливими стейкхолдерами для збільшення можливості підвищення загальної результативності відповідних бізнес одиниць через отримані вигоди максимального нарощення додаткового ефекту, необхідного для створення вагомих конкурентних переваг в сучасних умовах розвитку.

Інтеграція певних бізнес одиниць 2, 3 і 5 із привабливими стейкхолдерами забезпечує підвищення синхронності їх бізнес-процесів відповідно до 1,24; 1,1 і 1, а також зниження коефіцієнта синхронності до 1,11, підвищивши в загальному результативність функціонування підприємства та

рівень конкурентоспроможності його певних товарів. Підтримання значення коефіцієнтів на такому ж рівні можливе шляхом застосування відповідних управлінських рішень коригуючого характеру залежно від умов функціонування підприємства. Зростаюча результативність діяльності підприємства свідчить про доцільність застосовуваних управлінських рішень, які забезпечили б підвищення показника управлінської ефективності.

Висновки. Здійснення фрактального аналізу часових рядів зміни рівня раціональної реалізації бізнес-процесів (коефіцієнта синхронності) машинобудівного підприємства-репрезентанта ПАТ «Сумське машинобудівне НВО ім. Фрунзе», віднесеного до кластеру з високим рівнем розвитку, дозволило побудувати адекватний прогноз його розвитку в сучасних умовах функціонування, що сприяло прийняттю ефективних управлінських рішень щодо використання диверсифікаційно-інтеграційного напрямку розвитку, який забезпечив результативність стратегічного розвитку підприємства за рахунок оптимізації бізнес-процесів його раціоналізованих одиниць бізнесу.

Список використаних джерел

1. Дубницький В. Ю. Вибір методу прогнозування вартості цінних паперів з урахуванням фрактальної вимірності ряду спостережень / В.Ю. Дубницький, К. В. Єрмаков // *Бізнес Інформ*. 2011. № 7 (1). С. 120-121.
2. Залуцька Х. Я. Диверсифікаційна конвергентність результативності здійснення бізнес процесів підприємств як базис формування їх бізнес одиниць в стратегічному аспекті розвитку: методичні основи / Х. Я. Залуцька // *Проблеми системного підходу в економіці : збірник наукових праць*. 2020. № 5 (79). С. 40-46.
3. Кроновер Р. Фракталы и хаос в динамических системах / Р. Кроновер. М. : Постмаркет, 2000. 352 с.
4. Лыков И. А. Влияние изменения функции Херста на возможности экономического прогнозирования / И. А. Лыков, С. А. Охотников // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10. С. 1539-1544.
5. Некрасова И. Показатель Херста как мера фрактальной структуры и долгосрочной памяти финансовых рынков / И. Некрасова // *Международный*

научно-исследовательский журнал. Экономические науки. 2015. № 7. Ч. 3. С. 87-91.

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. Расчёт показателя Херста с целью выявления трендовости (персистентности) финансовых рынков и макроэкономических индикаторов. *Економіст*. 2009. № 10. С. 18-28.

8. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике. М. : Интернет-трейдинг, 2004. 304 с.

9. Трунова О. Использование фрактального анализа для исследования динамики сложных систем / О. Трунова, И. Скитер // *Математическое и имитационное моделирование систем: Восьмая международная науч.-практ. конф.*, 24-28 июня 2013 г. ; тезисы докл. Чернигов, ЧНТУ, 2013. С. 296-299.

10. Тур Г. Застосування методу фрактального аналізу для визначення трендових характеристик числових рядів / Г. Тур, О. Трунова // *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Шевченка*. 2015. № 125. С. 252-256.

11. Чайковська І. Фрактальний аналіз та тенденції розвитку інноваційних процесів на промислових підприємствах. *Економічний часопис ХХІ*. 2014. № 7-8(2). С. 65-68.

12. Anis, A. A., Lloyd, E. H. The Expected Value of the Adjusted Rescaled Hurst Range of Independent Normal Summands. *Biometrika*. 1976. Vol. 63. No. P. 111–116.

13. Mandelbrot, B., Hudson, R. L. The Misbehavior of Markets: A Fractal View of Financial Turbulence. Basic Books, 2006. 368 p.

14. Peters, E. Chaos and Order in the Capital Markets. 2nd ed. New York: John Wiley, 1996. 288 p.

References

1. Dubnytsky V. Yu. & Yermakov K.V. (2011). The choice of the method of forecasting the value of securities taking into account the fractal dimension of a number of observations. *Business Inform.* № 7 (1). Pp. 120–121.

2. Zalutskaya H. Ya. (2020). Diversification convergence of the effectiveness of business processes of enterprises as a basis for the formation of their business units in the strategic aspect of development: methodological foundations. *Problems of a system approach in economics: a collection of scientific works.* № 5 (79). Pp. 40–46.

3. Kronover R. (2000). *Fractals and chaos in dynamical systems*. M. : Postmarket.

4. Lykov I.A. & Okhotnikov S. A. (2013). Influence of change of Hurst function on possibilities of economic forecasting. *Basic research.* № 10. Pp. 1539–1544.

5. Nekrasova I. (2015). Hurst index as a measure of fractal structure and long-term memory of financial markets. International Research Journal. Economic sciences. № 7. Ch. 3. Pp. 87–91.
6. Novikova N.B. (2011). Fractal methods and the concept of economically minimal production systems in innovation management. Journal of YURGTU (NPI). № 2. Pp. 162–166.
7. Naiman E. (2009). Calculation of the Hurst indicator in order to identify the trend (persistence) of financial markets and macroeconomic indicators. Economist. № 10. Pp. 18–28.
8. Peters E. (2004). Fractal Analysis of Financial Markets: Applying Chaos Theory to Investment and the Economy. M.: Internet trading.
9. Trunova O. & Skeeter I. (2013). Using fractal analysis to study the dynamics of complex systems. Mathematical and simulation modeling of systems: The eighth international scientific-practical. Conf., June 24-28, 2013; thesis report Chernigov, ChNTU, Pp. 296–299.
10. Tour G. & Trunov O. (2015). Application of the method of fractal analysis to determine the trend characteristics of numerical series. Bulletin of Chernihiv National Pedagogical University named after T. Shevchenko. № 125. Pp. 252–256.
11. Tchaikovsky I. (2014). Fractal analysis and trends in innovation processes in industrial enterprises. Economic Journal XXI. № 7–8 (2). Pp. 65–68.
12. Anis, A. A., & Lloyd, E. H. (1976). The Expected Value of the Adjusted Rescaled Hurst Range of Independent Normal Summands. Biometrika. Vol. 63. No. P. 111–116.
13. Mandelbrot, B., & Hudson, R. L. (2006). The Misbehavior of Markets: A Fractal View of Financial Turbulence. Basic Books.
14. Peters, E. (1996). Chaos and Order in the Capital Markets. 2nd ed. New York: John Wiley, 1996.

Виктория Владимировна Прохорова,

доктор экономических наук, профессор,

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, Украина

Кристина Ярославовна Залуцкая

кандидат экономических наук, доцент,

Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина

**ФРАКТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
КАК ОСНОВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ
СТРАТЕГИЧЕСКИХ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ
ПРОЦЕССОВ ДИВЕРСИФИКАЦИИ И ИНТЕГРАЦИИ**

Аннотация. Для выбора наиболее целесообразного метода прогнозирования уровня развития предприятия в зависимости от изменения

условий его функционирования следует осуществить фрактальный анализ, который позволит определить характер и причины изменения временного ряда результативности предприятия, что будет способствовать повышению управленческой эффективности за счет принятых управленческих решений адекватным современным условиям развития.

Целью статьи является определение фрактальных свойств управленческой эффективности как основы прогнозирования комбинированных стратегических сценариев развития машиностроительных предприятий на основе процессов диверсификации и интеграции.

В работе сделан фрактальный анализ уровня рационализации бизнес-процессов предприятия-репрезентанта (коэффициента синхронности) как основы обеспечения результативности показателя его управленческой эффективности в течение 2009-2018 гг. Для анализа таких временных рядов был использован метод Гарольда Эдвина Херста (R / S-анализ). Метод Херста позволяет, проанализировав временные ряды, различить случайные и фрактальные временные ряды, также сделать выводы о наличии неперiodических циклов, долговременной памяти и др. Фрактальный анализ коэффициента синхронности предприятия-репрезентанта, которое принадлежит к кластеру с высоким уровнем развития, позволил определить, что исследуемый ряд является персистентным и, соответственно, дальнейшей тенденцией изменения этого показателя будет рост. Для уменьшения значения коэффициента синхронности, которое свидетельствует о росте несбалансированности имеющихся на предприятии бизнес-процессов, что приводит к потере возможности наращивания дополнительного эффекта, необходимого для стратегического развития предприятия в современных условиях функционирования, предложены управленческие решения по использованию диверсификационного-интеграционного направления развития. Проведенные расчеты целесообразности применения выбранного направления развития для снижения коэффициента синхронности подтвердили эффективность управленческих решений.

Ключевые слова: фрактальный анализ; управленческая эффективность; диверсификационного-интеграционное развитие; коэффициент синхронности; прогнозирование; машиностроительное предприятие.

Victoria Vl. Prokhorova

Doctor of Economics, Professor,
Ukrainian Engineering and Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine

Khrystyna Ya. Zalutska

Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor,
National University «Lviv Polytechnic», Lviv, Ukraine

FRACTAL PROPERTIES OF MANAGEMENT EFFICIENCY AS A BASIS FOR FORECASTING COMBINED STRATEGIC SCENARIOS FOR THE DEVELOPMENT OF MACHINERY

Abstract. To select the most appropriate method for forecasting the level of enterprise development depending on changes in its operating conditions, it is necessary to perform a fractal analysis, which will determine the nature and causes of changes in the time series of enterprise performance.

The aim of the article is to determine the fractal properties of managerial efficiency as a basis for forecasting combined strategic scenarios for the development of machine-building enterprises based on the processes of diversification and integration.

The paper presents a fractal analysis of the level of business process rationalization of the representative enterprise (synchronicity coefficient) as a basis for ensuring the effectiveness of its management efficiency during 2009–2018. The Harold Edwin Hirst method (R / S analysis) was used to analyze such time series. Hirst's method allows analyzing time series, distinguishing between random and fractal time series, as well as drawing conclusions about the presence of non-periodic cycles, long-term memory, etc. Fractal analysis of the coefficient of synchronicity of the representative enterprise, which belongs to the cluster with a high level of development, allowed to determine that the studied series is persistent and, accordingly, the further trend of change of this indicator will be growth. To reduce the value of the coefficient of synchronicity, which indicates an increase in the imbalance of existing business processes, which leads to the loss of the possibility of increasing the additional effect required for strategic development of the enterprise in modern conditions, management decisions on diversification and integration. The calculations of the expediency of applying the chosen direction of development to reduce the coefficient of synchronicity confirmed the effectiveness of management decisions.

Key words: fractal analysis; managerial efficiency; diversification and integration development; synchronicity factor; prognostication; machine-building enterprise.