

УДК 336.001.57.004

JEL: C53

ПОБУДОВА МОДЕЛІ ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ВИДОБУТКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

©2019 ГЛОТОВ Є. О., ШУЛЬГА Н. В., ПОПОВА О. М.

УДК 336.001.57.004
JEL: C53

Глотов Є. О., Шульга Н. В., Попова О. М. Побудова моделі довгострокового прогнозування видобутку природного газу в Україні для прийняття управлінських рішень

У статті проаналізовано динаміку видобутку газу в Україні за 2009–2018 рр., зроблено фрактальний аналіз часового ряду показників видобутку газу. Розроблено математичну модель видобутку газу в Україні з урахуванням тимчасово окупованих територій Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини території у Донецькій та Луганській областях (за рахунок введення поправочного коефіцієнта). Зроблено довгостроковий прогноз видобутку газу на 2019–2027 рр. з використанням метода Хольта – з метою використання для прийняття управлінських рішень на всіх рівнях влади. Середня абсолютна відсоткова похибка склала 2,026%, що не перевищує 10%. Це свідчить про високу точність прогнозу. Прогноз видобутку газу в Україні на 2019–2027 рр. за наявності коефіцієнта корекції був зроблений без урахування нових інвестицій та сучасних технологій. Зазначено, що для покращення стану видобутку газу в Україні у 2019–2027 р. потрібні програми підтримки розвитку видобутку газу на державному рівні; державні гарантії щодо проектів, які передбачають впровадження нових видів техніки та нових мало-відходних, ресурсозберігаючих технологічних процесів, які використовуються при видобутку газу. Крім того, потрібно створювати сприятливий інвестиційний клімат, що дозволить залучити кошти іноземних інвесторів зі світового фінансового ринку для модернізації газової промисловості в Україні.

Ключові слова: фрактальний аналіз, часові ряди, тренд, метод Херста, метод Хольта, довгострокове прогнозування.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-2-133-139>

Табл.: 7. **Формул.:** 6. **Бібл.:** 19.

Глотов Євген Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри економіко-математичних методів та інформаційних технологій, Харківський інститут фінансів Київського національного торговельно-економічного університету (пер. Плетньовський, 5, Харків, 61003, Україна)

E-mail: glov1950@ukr.net

ORCID: 0000-0001-8724-7572

Researcher ID: N-7883-2016

Шульга Наталія Вікторівна – доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри економіко-математичних методів та інформаційних технологій, Харківський інститут фінансів Київського національного торговельно-економічного університету (пер. Плетньовський, 5, Харків, 61003, Україна)

E-mail: schulganv@i.ua

ORCID: 0000-0003-3575-1974

Researcher ID: N-9577-2016

Попова Ольга Миколаївна – старший викладач кафедри економіко-математичних методів та інформаційних технологій, Харківський інститут фінансів Київського національного торговельно-економічного університету (пер. Плетньовський, 5, Харків, 61003, Україна)

E-mail: kaf315mat@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8803-5528

Researcher ID: I-2716-2018

УДК 336.001.57.004

JEL: C53

Глотов Е. А., Шульга Н. В., Попова О. Н. Построение модели долгосрочного прогнозирования добычи природного газа в Украине для принятия управленческих решений

В статье проанализирована динамика добычи газа в Украине за 2009–2018 гг., сделан фрактальный анализ временного ряда показателей добычи газа. Разработана математическая модель добычи газа в Украине с учетом временно оккупированных территорий Автономной Республики Крым, г. Севастополя и части территорий в Донецкой и Луганской областях (за счет введения поправочного коэффициента). Сделан долгосрочный прогноз добычи газа на 2019–2027 г. с использованием метода Хольта – с целью использования для принятия управленческих решений на всех уровнях власти. Средняя абсолютная процентная погрешность составила 2,026%, что не превышает 10%. Это свидетельствует о высокой точности прогноза. Прогноз добычи газа в Украине на 2019–2027 г. при наличии коэффициента коррекции был сделан без учета новых инвестиций и современных технологий. Указано, что для улучшения состояния добычи газа в Украине в 2019–2027 г. нужны программы поддержки развития добычи газа на государственном уровне; государственные гарантии по проектам, которые предусматривают внедрение новых видов техники и новых малоотходных, ресурсосберегающих технологических процессов, используемых при добыче газа. Кроме того, нужно создавать благоприятный инвестиционный климат, что позволит привлечь средства иностранных инвесторов с мирового финансового рынка для модернизации газовой промышленности в Украине.

Ключевые слова: фрактальный анализ, временные ряды, тренд, метод Херста, метод Хольта, долгосрочное прогнозирование.

Табл.: 7. **Формул.:** 6. **Библ.:** 19.

Глотов Евгений Александрович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой экономико-математических методов и информационных технологий, Харьковский институт финансов Киевского национального торгового-экономического университета (пер. Плетневский, 5, Харьков, 61003, Украина)

E-mail: glov1950@ukr.net

ORCID: 0000-0001-8724-7572

Researcher ID: N-7883-2016

Шульга Наталья Викторовна – доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры экономико-математических методов и информационных технологий, Харьковский институт финансов Киевского национального торгового-экономического университета (пер. Плетневский, 5, Харьков, 61003, Украина)

E-mail: schulganv@i.ua

ORCID: 0000-0003-3575-1974

Researcher ID: N-9577-2016

Попова Ольга Николаевна – старший преподаватель кафедры экономико-математических методов и информационных технологий, Харьковский институт финансов Киевского национального торгового-экономического университета (пер. Плетневский, 5, Харьков, 61003, Украина)

E-mail: kaf315mat@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8803-5528

Researcher ID: I-2716-2018

Hlotov Ye. O., Shulga N. V., Popova O. M. Building a Model of Long-Term Forecasting of the Natural Gas Production in Ukraine for Managerial Decision-Making

The article analyzes the dynamics of the natural gas production in Ukraine for 2009–2018, carries out a fractal analysis of the time series of the natural gas production indicators. The mathematical model of the natural gas production in Ukraine is developed taking into view the temporarily occupied territories of the Autonomous Republic of Crimea, Sevastopol and parts of the territories in Donetsk and Luhansk regions (with introduction of the correction coefficient). The long-term forecast of the natural gas production for 2019–2027 is accomplished using the Holt's method – with the purpose of usage for managerial decision-making at all levels of power. The average absolute percentage error was 2,026%, which does not exceed 10%. This indicates a high accuracy of the forecast. The forecast of the natural gas production in Ukraine for 2019–2027, in the presence of the correction coefficient, is made without considering new investments and modern technologies. It is specified that in order to improve the natural gas production in Ukraine in 2019–2027, we need programs to support the development of the natural gas production at the State level; the State guarantees on projects, which envisage the introduction of new types of equipment and new low-waste, resource-saving technological processes used in the production of natural gas. Besides, it is necessary to create favorable investment climate that will attract funds of foreign investors from the world financial market for modernization of the natural gas industry in Ukraine.

Keywords: fractal analysis, time series, trend, Hurst method, Holt's method, long-term forecasting.

Tabl.: 7. **Formulae:** 6. **Bibl.:** 19.

Hlotov Yevhen O. – PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Economic and Mathematical Methods and Information Technology, Kharkiv Institute of Finance of the Kyiv National University of Trade and Economics (5 Pletnovsky Ln., Kharkiv, 61003, Ukraine) **E-mail:** glotov1950@ukr.net

ORCID: 00000-0001-8724-7572

Researcher ID: N-7883-2016

Shulga Nataliia V. – D. Sc. (Pedagogy), Associate Professor, Professor of the Department of Economic and Mathematical Methods and Information Technology, Kharkiv Institute of Finance of the Kyiv National University of Trade and Economics (5 Pletnovsky Ln., Kharkiv, 61003, Ukraine) **E-mail:** schulganv@i.ua

ORCID: 0000-0003-3575-1974

Researcher ID: N-9577-2016

Popova Olha M. – Senior Lecturer of the Department of Economic and Mathematical Methods and Information Technology, Kharkiv Institute of Finance of the Kyiv National University of Trade and Economics (5 Pletnovsky Ln., Kharkiv, 61003, Ukraine) **E-mail:** kaf315mat@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8803-5528

Researcher ID: I-2716-2018

Україна добуває близько 20 мільярдів кубометрів власного газу. Точніше – у 2017 р. добули 20,5 млрд м³. А от споживаємо більше. У 2017 р., заданими «Нафтогазу», в Україні спожили 31,9 млрд м³ газу (у 2016 р. – 33,2 млрд м³). Самозабезпечення України газом на сьогодні становить близько 60–62%. Решта задовольняється імпортом. Розвідані власні запаси газу становлять близько 1 трлн м³, що за нинішніх темпів видобутку вистачить на 60 років. Згідно з національною програмою «Нафта і газ України» на 2020 р. заплановано досягти 28 млрд м³ видобутку природного газу, з них майже 50% мають видобуватись завдяки новим інвестиціям і сучасним технологіям. Таким чином, обсяг 34–35 млрд м³ є тією кількістю, яка дозволить обійтись без імпорту цього палива [1].

Основною метою статті є оцінка основних показників видобутку природного газу в Україні та його довгострокове прогнозування для прийняття управлінських рішень на всіх рівнях влади.

Для того, щоб визначити методи прогнозування, які можливо використати для прогнозування видобутку газу в Україні, необхідним є попереднє проведення фрактального аналізу видобутку газу в Україні не менш як за 10 років.

Фрактальним аналізом часових рядів займалися зарубіжні та вітчизняні науковці: Е. Петерс [2; 7; 8], Г. Херст [9], R. Glegg [10], В. Дубницький [3], І. Ликов [4], Н. Новікова [5], Е. Найман [6], Г. Бистрай [11], О. Шелухин [12] та ін. Методами прогнозування займалися такі вчені: І. Чучуєва [14], Е. Тихонов [15], J. Armstrong [16], J. Yang [17], Ю. Лукашин [18], С. Holt [19] та ін.

Незважаючи на велику кількість наукових праць у даній сфері, проблеми прогнозування невеликих часових рядів, до яких відносяться показники видобутку газу в Україні, з урахуванням фрактальних властивостей часових рядів є недостатньо вивченими та потребують подальшого дослідження. Зокрема, залишається недостатньо розробленими методи виявлення трендовості невеликих часових рядів.

Для аналізу фрактальних властивостей таких часових рядів пропонується застосування методу Херста [9; 12], а для прогнозування видобутку газу в Україні на довгостроковий період – метода Хольта [19].

В основу фрактального аналізу та довгострокового прогнозування видобутку газу в Україні покладено статистичні дані Державної служби статистики України (табл. 1) [13].

Для встановлення трендовості видобутку газу в Україні у 2001–2018 рр. скористаємось алгоритмом Херста [2; 7; 8].

Згідно з алгоритмом знаходження показника Херста та даних табл. 1 визначено статистичні показники для часового ряду Y_1 , які наведено в табл. 2. Зазначені показники потрібні для знаходження показника Херста, який дозволяє вказати, який це ряд: антиперсистентний, ергодичний, випадковий або персистентний.

Для знаходження показника Херста знайдено залежність $\ln(R/S)$ від $\ln(n)$ і по нахилу лінійного тренду знайдений тангенс кута, який і є показником Херста в рівнянні регресії:

$$\text{Log}(R/S(n)) = H \cdot \text{Log}(n) + C,$$

де H – показник Херста.

Таблиця 1

Видобуток газу в Україні у 2001–2018 рр.

Рік	Газ, млрд м ³ , Y _t
2001	18,4
2002	18,8
2003	19,50
2004	20,10
2005	20,60
2006	20,80
2007	20,65
2008	21,05
2009	20,3
2010	19,9
2011	20,7
2012	20,5
2013	21,3
2014	20,1
2015	19,9
2016	20,0
2017	20,5
2018	21,0

Примітка: у 2014–2018 рр. не врахований видобуток газу на окупованій Росією території України. Це означає, що при прогнозуванні необхідним є введення коефіцієнт корекції.

Для проведення регресійного та дисперсійного аналізу залежності $\ln(R/S)$ від $\ln(n)$ був використаний табличний процесор Excel, інструмент Регресія. Результати регресійного та дисперсійного аналізу наведено в табл. 3.

Як видно з отриманих даних (табл. 3), усі параметри залежності $\ln(R/S)$ від $\ln(n)$ достовірні (P – Значення та Значимість $F < 0,05$), тому для знаходження теоретичних даних часового ряду можна сформулювати таке рівняння: $Y = 0,31634 \cdot X_1 + 0,19654$, для якого $R^2 = 0,97136$. Для визначення показника Херста представимо його в такому вигляді: $\ln(R/S) = 0,3438 \cdot \ln(n) + 0,1357$.

Таким чином, параметр Херста $H = 0,3438$ лежить в межах $0 \leq H < 0,5$. Тому часовий ряд видобутку газу в Україні (2001–2018 рр.) можна віднести до антиперсистентного часового ряду.

Часовий ряд видобутку газу в країні за 2001–2018 рр. (Y_t) не має тренду та характеризуються як «повернення до середнього», а це вказує на те, що як математичну модель для прогнозування даних часових рядів можна вибрати середнє ковзне або експоненційне згладжування [3; 6; 11; 12; 14; 15].

Однак, враховуючи те, що прості методи прогнозування, такі як: метод парної та множинної регресії, експоненційного згладжування, ковзної середньої

не дають задовільних результатів для довгострокових прогнозних даних, коли числові ряди монотонно зростають або зменшуються, використовується метод Хольта – двопараметричного експоненціального згладжування.

Даний метод оснований на однопараметричному експоненціальному згладжуванні з додаванням нового фактора – лінійного тренду, присутнього в часових рядах [19], що дозволяє прогнозувати на k періодів вперед.

Метод Хольта складають такі рівняння:

$$\hat{y}_{t+k} = L_t + k \cdot T_t; \quad (1)$$

$$L_t = \alpha \cdot y_t + (1 - \alpha) \cdot (L_{t-1} + T_{t-1}); \quad (2)$$

$$T_t = \beta \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}, \quad (3)$$

де k – кількість періодів уперед, на які робиться прогноз; \hat{y}_{t+k} – передбачуване значення часового ряду на k періодів вперед; L_t – нова згладжена величина; T_t – оцінка тренду; y_t – спостережуване значення часового ряду в момент часу t ; α – постійна згладжування ($0 \leq \alpha \leq 1$) для даних, β – постійна згладжування для оцінки тренда ($0 \leq \beta \leq 1$).

При використанні рівнянь (1) – (3) необхідно знати значення для L_t і T_t . Можливі два варіанти:

1. Початкове значення для L_t покладається рівним першому спостереженню, а для T_t – рівним нулю.

2. Початкове значення для L_t покладається рівним середньому для перших декількох спостережень, а тренд T_t оцінюється нахилом лінії, утвореної цими декількома точками.

У роботі був використаний перший варіант. Початкові значення постійних α та β були вибрані $\alpha = 0,5$ і $\beta = 0,5$ (табл. 4, табл. 5) а потім їх оптимізовано з використанням інструмента Пошук рішення Excel (табл. 6, табл. 7).

Результати аналізу видобутку газу в Україні за 2001–2018 рр. та його прогнозування методом Хольта представлені в табл. 4 та табл. 5.

Для дострокового прогнозування було використане рівняння:

$$\hat{y} = (L_t + k \cdot T_t) \cdot S_k = (20,65566 + k \cdot 0,17217) \cdot S_k, \quad (4)$$

де k – кількість періодів вперед, S_k – коефіцієнт корекції.

Оскільки аналіз динаміки видобутку газу та його прогнозування, представлений в табл. 4 і табл. 5, не є оптимальним з урахуванням коефіцієнтів α та β , то їх необхідно оптимізувати по мінімальній середній абсолютній відсотковій похибці.

Результати оптимізації представлені в табл. 6 і табл. 7.

Коефіцієнт корекції введений тому, що у 2014–2018 рр. не враховано видобуток газу на окупованій Росією території України.

Таблиця 2

Статистичні показники відповідного підперіоду згідно з алгоритмом Херста

Довжина ряду підперіоду (n)	2	3	4	5	6	7	8	9
Ср. зач =	0,029	0,029	0,028	0,025	0,019	0,020	0,012	0,009
Max =	0,008	0,007	0,008	0,012	0,017	0,017	0,024	0,028
Min =	-0,008	-0,008	-0,007	-0,015	-0,026	-0,027	-0,051	-0,047
R = Max - Min =	0,015	0,015	0,015	0,027	0,044	0,044	0,075	0,075
S =	0,011	0,008	0,007	0,010	0,016	0,014	0,025	0,025
R/S =	1,414	1,991	2,267	2,662	2,771	3,030	3,064	2,967
Ср. зач. R/S =	1,414	1,702	1,891	2,084	2,221	2,356	2,457	2,521
Ln(R/S) =	0,347	0,532	0,637	0,734	0,798	0,857	0,899	0,925
Ln(n) =	0,69	1,10	1,39	1,61	1,79	1,95	2,08	2,20
Ср. зач =	0,012	0,010	0,012	0,007	0,006	0,006	0,007	0,008
Max =	0,028	0,030	0,027	0,033	0,034	0,034	0,033	0,032
Min =	-0,050	-0,048	-0,051	-0,065	-0,064	-0,064	-0,065	-0,066
R = Max - Min =	0,078	0,078	0,078	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097
S =	0,026	0,025	0,025	0,031	0,030	0,029	0,029	0,028
R/S =	3,027	3,084	3,062	3,120	3,211	3,333	3,401	3,473
Ср. зач. R/S =	2,577	2,628	2,667	2,705	2,744	2,786	2,827	2,867
Ln(R/S) =	0,947	0,966	0,981	0,995	1,009	1,025	1,039	1,053
Ln(n) =	2,30	2,40	2,48	2,56	2,64	2,71	2,77	2,83

Таблиця 3

Регресійна статистика та дисперсійний аналіз

Висновок підсумків						
Регресійна статистика						
Множинний R	0,98654					
R-квадрат	0,97327					
Нормований R-квадрат	0,97136					
Стандартна помилка	0,034302					
Спостереження	16					
Дисперсійний аналіз						
	df	SS	MS	F	Значимість F	
Регресія	1	0,5998551	0,599855	509,8056	2,07E-12	
Залишок	14	0,016472	0,001176			
Разом	15	0,616328				
	Коефіцієнти	Стандартна помилка	t-статистика	P- значення	Нижні 95%	Верхні 95%
Y-перетин	0,19654	0,030567	6,42997	1,57401E-05	0,130985	0,2621
Змінна X ₁	0,31639	0,014012	22,5788	2,06525E-12	0,286341	0,3464

Коефіцієнт корекції розраховувався таким чином:

$$S_k = \frac{\sum_{i=1}^9 M_1 + \sum_{i=10}^{18} M_2}{\sum_{i=1}^{18} M} \cdot \frac{n}{2}, \quad (5)$$

де M_1 – масив даних видобутку газу за перші дев'ять періодів (2001–2009 рр.); M_2 – масив даних видобутку газу за останні дев'ять періодів (2010–2018 рр.); M – масив даних за всі періоди (2001–2018 рр.); n – кількість періодів.

Середня абсолютна відсоткова похибка розраховувалась за формулою:

Аналіз динаміки та прогнозування видобутку газу в Україні за 2001–2018 рр.

$k =$	9					
$\alpha =$	0,5					
$\beta =$	0,5					
Рік	Видобуток газу, млрд м ³	L_t	T_t	Прогноз на один період	Абсолютна похибка, %	Коефіцієнт корекції
2001	18,4	18,4	0	18,4	0	0,94645799
2002	18,8	18,6	0,1	18,4	2,127659574	0,976112026
2003	19,5	19	0,25	18,7	4,102564103	0,988467875
2004	20,1	19,425	0,3375	19,25	4,228855721	1,02306425
2005	20,6	19,84375	0,378125	19,7625	4,065533981	1,005766063
2006	20,8	20,132813	0,333594	20,221875	2,779447115	1,005766063
2007	20,7	20,249609	0,225195	20,46640625	1,128472222	1,005766063
2008	21,1	20,562207	0,268896	20,47480469	2,96301096	1,02800659
2009	20,3	20,296655	0,001672	20,83110352	2,616273476	1,020593081
2010	19,9	20,097491	-0,09875	20,29832764	2,001646416	
2011	20,7	20,448119	0,125941	19,99874573	3,387701799	
2012	20,5	20,411089	0,044456	20,5740593	0,361264857	
2013	21,3	20,833317	0,233342	20,45554447	3,964579945	
2014	20,1	20,349988	-0,12499	21,06665835	4,809245541	
2015	19,9	20,187491	-0,14375	20,22499377	1,633134499	
2016	20	20,165618	-0,08281	20,04374532	0,21872662	
2017	20,5	20,374213	0,062893	20,08280899	2,035078083	
2018	21	20,65566	0,17217	20,43710674	2,680444073	
Сума					45,10363899	
Середня абсолютна відсоткова похибка					2,505757721	

Таблиця 5

Довгостроковий прогноз видобутку газу в Україні на 2019–2027 рр. з урахуванням коефіцієнта корекції

Рік	Прогноз на 9 років	Прогноз на 9 років з урахуванням коефіцієнта корекції
2019	20,82783	19,71266618
2020	21,00	20,49835255
2021	21,17217	20,92800983
2022	21,34434	21,83663108
2023	21,51651	21,64057537
2024	21,68868	21,81373805
2025	21,86085	21,98690074
2026	22,03302	22,65008939
2027	22,20519	22,66246285

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum_{t=1}^n |(y_t - \hat{y}_t) / y_t|}{n} \cdot 100, \quad (6)$$

де t – період часу; y_t – спостережуване значення; \hat{y}_t – прогнозне значення; n – кількість періодів.

$\varepsilon = 39,7228/18 = 2,026\% < 10\%$ – точність прогнозу висока.

ВИСНОВКИ

За допомогою фрактального аналізу даних видобутку газу в Україні з 2001 по 2018 рр. було доведено, що вони відносяться до антиперсистентних часових рядів ($0 \leq H < 0,5$). Оскільки антиперсистентні часові ряди мають властивість «повернення до середнього», методом довгострокового прогнозування був обраний метод Хольта. Цей метод був доповнений коефіцієнтом корекції, який враховує той факт, що у 2014–2018 рр. не було враховано видобуток газу на окупованій Росією території України.

Отже, оптимальний довгостроковий прогноз видобутку газу в Україні на 2019–2027 рр. був зроблений з урахуванням коефіцієнта корекції. Оптимізація довгострокового прогнозу була зроблена по мінімальній середній абсолютній відсотковій похибці. Середня абсолютна відсоткова похибка склала 2,026%, що не перевищує 10% і свідчить про високу точність прогнозу. Прогноз видобутку газу в Україні на 2019–2027 рр. з урахуванням коефіцієнта корекції

Оптимальні параметри динаміки видобутку газу та його прогнозування за 2001–2018 рр.

Номер періоду	$k =$	9					
	$\alpha =$	0,77180903					
	$\beta =$	0,58004832					
	Рік	Видобуток газу, млрд м ³ , U_t	L_t	T_t	Прогноз на один період., \hat{U}_t	Абсолютна похибка, %	Коефіцієнт корекції
1	2001	18,4	18,4	0	18,4	0	0,94645799
2	2002	18,8	18,708724	0,179075	18,4	2,127659574	0,976112026
3	2003	19,5	19,278575	0,405744	18,88779823	3,139496273	0,988467875
4	2004	20,1	19,819971	0,484429	19,6843185	2,068067172	1,02306425
5	2005	20,6	20,311462	0,488525	20,30439997	1,43495162	1,005766063
6	2006	20,8	20,577043	0,359207	20,79998744	6,03641E-05	1,005766063
7	2007	20,7	20,589975	0,15835	20,93624977	1,141303232	1,005766063
8	2008	21,1	20,947483	0,273871	20,74832501	1,666706126	1,02800659
9	2009	20,3	20,385255	-0,21111	21,22135416	4,538690447	1,020593081
10	2010	19,9	20,058903	-0,27795	20,1741481	1,377628619	
11	2011	20,7	20,617134	0,207074	19,78094924	4,439858745	
12	2012	20,5	20,479477	0,007113	20,82420769	1,581500951	
13	2013	21,3	21,111141	0,369383	20,48658952	3,818828557	
14	2014	20,1	20,246443	-0,34644	21,48052374	6,868277292	
15	2015	19,9	20,058111	-0,25473	19,9	5,77711E-09	
16	2016	20	20,071388	-0,09927	19,80337885	0,983105762	
17	2017	20,5	20,424848	0,163334	19,97211422	2,575052606	
18	2018	21	20,831484	0,304461	20,58818175	1,961039304	
Сума						39,72222665	
Середня абсолютна відсоткова похибка						2,206790369	

Таблиця 7

Оптимальний довгостроковий прогноз видобутку газу в Україні на 2019–2027 рр. з урахуванням коефіцієнта корекції

Рік	Прогноз на 9 років	Прогноз на 9 років з урахуванням коефіцієнта корекції
2019	21,13595	20,00428421
2020	21,44041	20,92823836
2021	21,74487	21,49410272
2022	22,04933	22,5578795
2023	22,35379	22,48268265
2024	22,65825	22,78889922
2025	22,96271	23,09511579
2026	23,26717	23,91880653
2027	23,57163	24,05704596

був зроблений без урахування нових інвестицій та сучасних технологій.

На наш погляд, для покращення стану видобутку газу в Україні у 2019–2027 рр. потрібні програми підтримки розвитку видобутку газу на державному рівні; державні гарантії щодо проектів, які передбачають впровадження нових видів техніки та нових маловідходних, ресурсозберігаючих технологічних процесів, які використовуються при видобутку газу. Крім того, потрібно створювати сприятливий інвестиційний клімат, що дозволить залучити кошти іноземних інвесторів зі світового фінансового ринку для модернізації газової промисловості в Україні. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Чому він не дешевшає: 5 міфів про власне видобування газу в Україні. URL: https://24tv.ua/vidobuvannya_gazu_v_ukrayini_mifi_pro_vlasne_vidobuvannya_gazu_n1066744

2. Peters E. Chaos and Order in the Capital Markets. New York : John Wiley, 1991. 240 p.

3. Дубницький В. Ю. Вибір методу прогнозування вартості цінних паперів з урахуванням фрактальної вимірності ряду спостережень. *Бізнес Інформ*. 2011. № 7 (1). С. 120–121.

4. Лыков И. А., Охотников С. А. Влияние изменения функции Херста на возможности экономического прогнозирования. *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10. С. 1539–1544.

5. Новикова Н. Б. Фрактальные методы и концепция экономически минимальных производственных систем в управлении инновациями. *Вестник ЮРГТУ (НПИ)*. 2011. № 2. С. 162–166.

6. Найман Э. Расчёт показателя Херста с целью выявления трендовости (персистентности) финансовых рынков и макроэкономических индикаторов. *Економіст*. 2009. № 10. С. 25–29.

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

8. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. М.: Мир, 2000. 333 с.

9. Херст Г. Э. Долгосрочная вместимость водохранилищ. *Труды Американского общества гражданских инженеров*. 1951. Т. 116. С. 770–808.

10. Clegg R. G. A Practical guide to measuring the Hurst parameter. *International Journal of Simulation: Systems, Science & Technology*. 2006. Vol. 7. Issue 2. P. 3–14.

11. Методы нелинейной динамики в анализе и прогнозировании экономических систем регионального уровня / Г. П. Быстрай, Л. А. Коршунов, И. А. Лыков и др. *Журнал экономической теории*. 2010. № 3. С. 103–114.

12. Шелухин О. И., Осин А. В., Смольский С. М. Самоподобие и фракталы. М.: Физматлит, 2008. 368 с.

13. Сайт Головного управління статистики в Україні. URL: <http://www.km.ukrstat.gov.ua>

14. Чучуева И. А. Модель прогнозирования временных рядов по выборке максимального подобия : дис. ... канд. тех. наук. М., 2012.

15. Тихонов Э. Е. Прогнозирование в условиях рынка. Невинномысск, 2006. 221 с.

16. Armstrong J. S., Brodie R. J. Forecasting for Marketing. In: *Quantitative Methods in Marketing* / Graham J. Hooley and Michael K. Hussey (ed.). London: International Thompson Business Press, 1999. P. 92–120.

17. Yang J. Power System Short-term Load Forecasting: Thesis for PhD degree. Germany, Darmstadt, Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität, 2006. 139 p.

18. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. М.: Финансы и статистика, 2003. 416 с.

19. Holt C. C. Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages. *International Journal of Forecasting*. 2004. Vol. 20. Issue 1. P. 5–10.

REFERENCES

Armstrong, J. S., and Brodie, R. J. "Forecasting for Marketing". In *Quantitative Methods in Marketing*, 92-120. London: International Thompson Business Press, 1999.

Bystray, G. P. et al. "Metody nelineynoy dinamiki v analize i prognozirovaniy ekonomicheskikh sistem regionalnogo urovnya" [Methods of nonlinear dynamics in the analysis and

forecasting of regional-level economic systems]. *Zhurnal ekonomicheskoy teorii*, no. 3 (2010): 103-114.

"Chomu vin ne deshevshaie: 5 mifiv pro vlasne vydobuvannya hazu v Ukraini" [Why it does not get cheaper: 5 myths about own gas production in Ukraine]. https://24tv.ua/vidobuvannya_gazu_v_ukrayini_mifi_pro_vlasne_vidobuvannya_gazu_n1066744

Chuchueva, I. A. "Model prognozirovaniya vremennykh ryadov po vyborke maksimalnogo podobiya" [The time series prediction model for the maximum similarity sample]: *dis. ... kand. tekhn. nauk*, 2012.

Clegg, R. G. "A Practical guide to measuring the Hurst parameter". *International Journal of Simulation: Systems, Science & Technology*, vol. 7, no. 2 (2006): 3-14.

Dubnytskyi, V. Yu. "Vybir metodu prognozuvannya vartosti tsinnykh paperiv z urakhuvanniam fraktalnoi vymirnosti riadu sposterezhen" [The choice of the method of forecasting the value of securities, taking into account the fractal dimensionality of a number of observations]. *Biznes Inform*, no. 7 (1) (2011): 120-121.

Holt, C. C. "Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages". *International Journal of Forecasting*, vol. 20, no. 1 (2004): 5-10.

Kherst, G. E. "Dolgosrochnaya vmestimost vodokhranilishch" [Long-term reservoir capacity]. *Trudy Amerikanskogo obshchestva grazhdanskikh inzhenerov*, vol. 116 (1951): 770-808.

Lukashin, Yu. P. *Adaptivnyye metody kratkosrochnogo prognozirovaniya vremennykh ryadov* [Adaptive methods for short-term forecasting of time series]. Moscow: Finansy i statistika, 2003.

Lykov, I. A., and Okhotnikov, S. A. "Vliyaniye izmeneniya funktsii Khersta na vozmozhnosti ekonomicheskogo prognozirovaniya" [The impact of changes in the function of Hirst on the possibility of economic forecasting]. *Fundamentalnyye issledovaniya*, no. 10 (2013): 1539-1544.

Nayman, E. "Raschet pokazatelya Khersta s tselyu vyyavleniya trendovosti (persistentsnosti) finansovykh ryнков i makroekonomicheskikh indikatorov" [Calculation of the Hurst indicator to identify trends (persistence) of financial markets and macroeconomic indicators]. *Економіст*, no. 10 (2009): 25-29.

Novikova, N. B. "Fraktalnyye metody i kontseptsiya ekonomicheskikh minimalnykh proizvodstvennykh sistem v upravlenii innovatsiyami" [Fractal methods and the concept of economically minimal production systems in the management of innovations]. *Vestnik YuRGU (NPI)*, no. 2 (2011): 162-166.

Peters, E. *Khaos i poryadok na ryinkakh kapitala* [Chaos and order in the capital markets]. Moscow: Mir, 2000.

Peters, E. *Chaos and Order in the Capital Markets*. New York: John Wiley, 1991.

Peters, E. *Fraktalnyy analiz finansovykh ryнков: Primeneniye teorii Khaosa v investitsiyakh i ekonomike* [Fractal analysis of financial markets: Application of Chaos theory in investments and economics]. Moscow: Internet-treyding, 2004.

Sait Holovnoho upravlinnia statystyky v Ukraini. <http://www.km.ukrstat.gov.ua>

Shelukhin, O. I., Osin, A. V., and Smolskiy, S. M. *Samopodobie i fraktaly* [Self-similarity and fractals]. Moscow: Fizmatlit, 2008.

Tikhonov, E. Ye. *Prognozirovaniye v usloviyakh rynka* [Forecasting in market conditions]. Nevinnomysk, 2006.

Yang, J. *Power System Short-term Load Forecasting: Thesis for PhD degree*. Germany, Darmstadt: Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität, 2006.