

два останні зазначені роки піднявся на 1,5 грн. Після зміни влади й виходу з економічної та воєнної кризи зростання економіки відновилося у 2016–2019 рр. Правильність прогнозу на 2019 рік можна оцінити: так, за два квартали поточного року ВВП України становить 69,4 млрд дол. США, або 51,5% прогнозованого річного ВВП. За збереження таких темпів зростання приріст ВВП становитиме 3%, що навіть більше за прогнозне значення.

Список використаних джерел

1. Скрипченко М. І. Оцінка впливу бюджетно-податкової політики на динаміку макроіндикаторів економіки України. URL: <http://dspace.nbuiv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/86352/12-Skr%D1%83pnichenko.pdf?sequence=1>
2. Офіційний вебсайт Державної служби статистики України. URL: <http://ukrstat.gov.ua/>
3. Міністерство фінансів України. Валовий внутрішній продукт (ВВП) в Україні, 2019. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/>

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДА БРАУНА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Семяновський Вадим Миколайович,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри економіко-математичних
дисциплін та інформаційних технологій,
експерт Біоенергетичної Асоціації України;

Товмаченко Ніна Миколаївна,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри економіко-математичних
дисциплін та інформаційних технологій;

Клименко Костянтин Вікторович,

магістрант;

Національна академія статистики, обліку та аудиту

Біоенергетика – галузь відновлюваної енергетики, заснована на використанні біопалива в енергетичних цілях для виробництва тепла, електроенергії і палива. До відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) належать сталі або періодичні потоки енергії, що розповсюджуються в природі й обмежені лише стабільністю земної динаміки – променева енергія Сонця, вітер, гідроенергія, природна теплова енергія, енергія рослин, тварин тощо. Біопаливо створюється на основі використання біомаси, до якої відносять рослинну сировину, енергетичні рослини, органічні відходи і вироблену тваринами субстанції.

Сталий розвиток відновлюваної та біоенергетики набуває все більшого значення з огляду на обмеженість та вичерпність запасів горючих корисних

копалин, що були основою виробництва енергії останні сторіччя. Так, у 2017 році близько 23% світового енергоспоживання було забезпечене з відновлюваних джерел енергії [1–3]. Для України розвиток ВДЕ також є важливим компонентом енергетичної безпеки. Це пов'язано з високим рівнем енергоємності ВВП України та імпортозалежністю від основних традиційних енергоресурсів, що потребує диверсифікації українського енергетичного ринку.

В Україні дослідженнями проблем відновлюваної енергетики займається, зокрема, Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Міжгалузевий науково-технічний центр, Біоенергетична асоціація України (БАУ), інші науково-дослідні установи та приватні підприємства [4].

Метою роботи є дослідження ефективності використання метода Брауна як базового метода короткострокового прогнозування динаміки розвитку біоенергетики. Дослідження спрямоване на побудову системи прогнозування динаміки розвитку відновлюваних джерел енергії.

Методологія статистичного прогнозування передбачає побудову і апробацію багатьох моделей для часового ряду, їх порівняння на основі статистичних критеріїв та відбір найкращих із них для прогнозування [5–7]. Усі адаптивні моделі довгострокового прогнозування діляться на два класи: моделі ковзкого середнього (КС-моделі) і авторегресії (АР-моделі). Зокрема, в моделі Хольта враховуються лінійний тренд без сезонності, в моделі Хольта – Уінтерс – мультиплікативний тренд і сезонність, а в моделі Тейл – Вейджа враховується адитивний тренд і сезонність. При короткостроковому прогнозуванні використовують модель Брауна, в основі якої лежить метод експоненціального згладжування [8]. Статистичні показники енергоспоживання на основі відновлюваних джерел енергії біопалива та відходів України за період 2007–2017 роки представлені в табл. 1 (за даними [3]).

Таблиця 1

Енергоспоживання на основі відновлюваних джерел за 2007–2017 роки¹

Енергія біопалива та відходів, тис. т н. е.	Роки	Енергія біопалива та відходів, тис. т н. е.	Роки
1508	2007	1875	2013
1610	2008	1934	2014
1433	2009	2102	2015
1476	2010	2832	2016
1563	2011	3046	2017
1522	2012		

¹2014–2017 рр. – без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим і м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях.

²Дані Держстату України, 2008–2018 рр. Дата останньої модифікації: 28.12.2018 р.

Для прогнозування динаміки статистичного показника енергоспоживання на основі відновлюваних джерел енергії біопалива та відходів України на наступний період побудовано адаптивну модель Брауна першого порядку.

Алгоритм побудови лінійної моделі Брауна передбачає такі кроки:

1 крок. За поточними даними часового ряду за допомогою методу найменших квадратів оцінюються значення параметрів лінійної моделі для нульового моменту часу:

$$y_{th}(t) = a_1 + a_2 t. \quad (1)$$

2 крок. З використанням параметрів a_1 і a_2 моделі (1), знайдених на попередньому кроці, знаходимо прогноз на крок вперед $\tau = 1$ у точці $y_2(t+1)$:

$$y_2(t+1) = a_{1,1} + a_{2,1}, \quad (2)$$

коефіцієнти: $a_{1,1} = a_1$; $a_{2,1} = a_2$.

3 крок. Обчислюємо параметри моделі:

$$y_{th}(t+\tau) = a_{1,t} + \tau a_{2,t}. \quad (3)$$

Оцінки коефіцієнтів (3) обчислюються за формулами:

$$a_{1,t} = 2S_t - S_t^{[2]}; \quad a_{2,t} = \frac{\alpha}{(1-\alpha)} (S_t - S_t^{[2]}); \quad (4)$$

$$S_t = \alpha y_t + (1-\alpha)S_{t-1}, \quad S_t^{[2]} = \alpha S_t + (1-\alpha)S_{t-1}^{[2]}, \quad (5)$$

де α – коефіцієнт згладжування.

Для визначення початкових умов S_0 , $S_0^{[2]}$ використовуємо оцінки параметрів лінійного тренда: (1):

$$S_0 = a_1, \quad S_0^{[2]} = a_2. \quad (6)$$

Знаходимо прогноз на крок вперед ($\tau = 1$) у точці $y_3(t+1)$:

$$y_3(t+1) = a_{1,2} + a_{2,2}. \quad (7)$$

4 крок. Коригуємо параметри $a_{1,t}$, $a_{2,t}$ моделі (3) та знаходимо прогноз на наступний момент часу ($\tau = 1$). Для кожного окремого значення у відносна

помилка апроксимації обчислюється за формулою $\left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right|$.

Далі за моделлю зі скоректованими параметрами розраховуємо наступну прогнозну оцінку і т. д. Отже, модель постійно враховує нову інформацію і до кінця періоду відображає поточну тенденцію розвитку процесу.

5 крок. Після побудови модельних значень для всіх вихідних точок робимо точковий прогноз на майбутнє за формулою:

$$y_{th}(n+\tau) = a_{1,t} + \tau a_{2,t}, \quad \tau = 1, 2, \quad \dots (8)$$

де n – кількість спостережень.

Середня відносна помилка апроксимації обчислюється як середнє всіх відносних помилок:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right|}{n}. \quad (9)$$

Побудова моделі Брауна енергоспоживання на основі відновлюваних джерел енергії біопалива та відходів України

За поточними даними часового ряду табл. 1 будемо рівняння лінійного тренду. Результати розрахунків за лінійною регресійною моделлю (лінійний тренд) наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Оцінки параметрів регресійної моделі

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	1037,56	197,96	5,24	0,001
X	143,75	29,19	4,92	0,001

Отже, за поточними даними часового ряду табл. 1 отримаємо таке рівняння лінійного тренду:

$$y_{th}(t) = \hat{y}(t) = a_1 + a_2 t = 1037,56 + 143,75t. \quad (10)$$

Ця модель є якісною, що підтверджується статистичною значущістю параметрів регресії (табл. 2). та коефіцієнтом детермінації $R^2=0,73$.

З використанням параметрів a_1 і a_2 знаходимо оцінки коефіцієнтів моделі прогнозування Брауна. Результати оцінки коефіцієнтів моделі прогнозування Брауна наведені в табл. 3 та на рис. 1

Таблиця 3

Результати розрахунку прогнозних значень за моделлю Брауна

Рік	t	y_t	S_t	$S_t^{2/t}$	$a_{1,t}$	$a_{2,t}$	$Y_{розп}$	$\left \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right $
	0		1037,56	143,75	1037,56	143,75		
2007	1	1508,00	1319,83	849,40	1790,25	705,64		
2008	2	1610,00	1493,93	1236,12	1751,74	386,72	2495,90	0,55
2009	3	1433,00	1457,37	1368,87	1545,87	132,75	2138,46	0,49
2010	4	1476,00	1468,55	1428,68	1508,42	59,81	1678,63	0,14
2011	5	1563,00	1525,22	1486,60	1563,84	57,93	1568,23	0,00
2012	6	1522,00	1523,29	1508,61	1537,96	22,01	1621,76	0,07
2013	7	1875,00	1734,32	1644,03	1824,60	135,42	1559,97	0,17
2014	8	1934,00	1854,13	1770,09	1938,16	126,05	1960,02	0,01
2015	9	2102,00	2002,85	1909,75	2095,95	139,66	2064,22	0,02
2016	10	2832,00	2500,34	2264,10	2736,58	354,36	2235,61	0,21
2017	11	3046,00	2827,74	2602,28	3053,19	338,18	3090,93	0,01
2018							3391,37	
2019							3729,55	

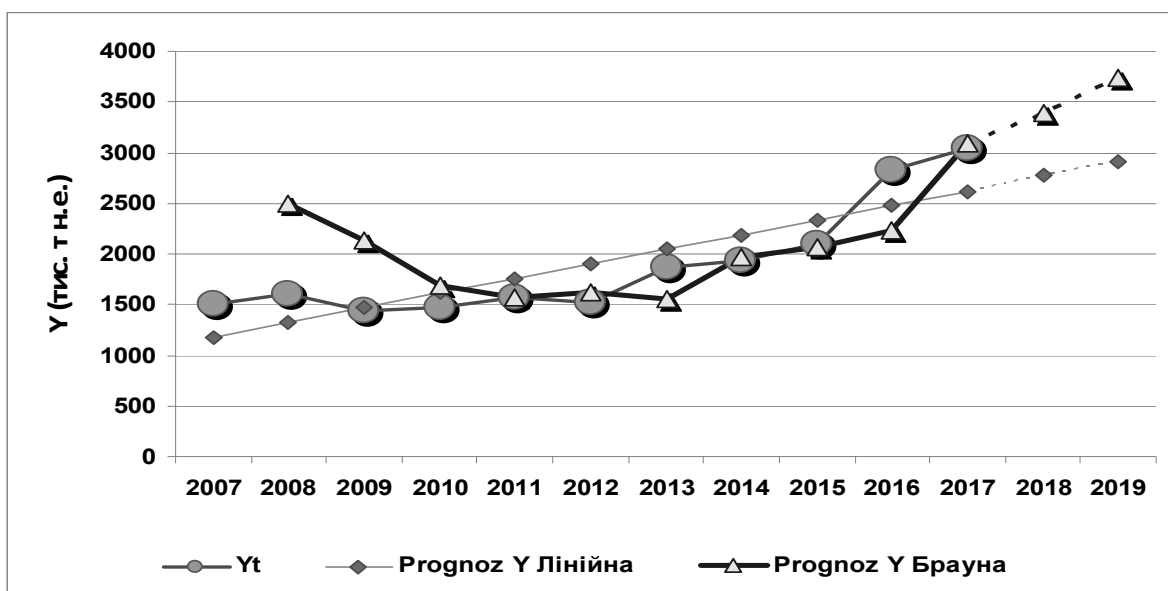


Рис. 1. Початковий ряд y_t і прогноз моделі Брауна першого порядку

Перевірка точності моделі. Для оцінки точності моделі обчислимо середню абсолютну помилку (mean absolute percent error, MAPE, %): при параметрі згладжування $\alpha = 0,6$, $\bar{\varepsilon} = 16,73\%$. Вважається, що точність моделі хороша, якщо середнє значення відносної похибки не перевищує 5%; задовільна, якщо не перевищує 17%, і незадовільна, якщо цей показник більше 17%. Дана модель є якісною, із задовільною точністю, оскільки середня відносна помилка апроксимації $\bar{\varepsilon}$ менше за 17%.

Як видно з прогнозу на 2019 рік (табл. 3, рис. 1) маємо тенденцію до зростання обсягу використання енергії біопалива та відходів, який у 2019 році зросте до 3729,55 тис. т н. е.

Висновки. Модель Брауна надає адекватні короткострокові прогнозні значення розвитку біоенергетики, дозволяючи врахувати кризові ситуації, які спостерігаються в Україні. Результати дослідження свідчать про можливість побудови системи прогнозування динаміки розвитку відновлюваних джерел енергії на основі адаптивних методів прогнозування Брауна.

Список використаних джерел

1. WBA publishes Global Bioenergy Statistics 2017 report: Bioenergy continues as the largest renewable energy source globally. URL: <http://www.traditiongreen.com/news/wba-publishes-global-bioenergy-statistics-2017-report-bioenergy-continues-as-the-largest-renewable-energy-source-globally>
2. Енергоспоживання на основі відновлюваних джерел за 2007–2017 р. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/sg/ekolog/ukr/esp_vg_u.htm
3. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

4. Перспективи розвитку біоенергетики як інструменту заміщення природного газу в Україні. Аналітична записка БАУ № 12 / Гелету́ха Г. Г. та ін. 2015. URL: <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-12-ua.pdf>

5. Бокс Дж., Дженкінс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Москва: Мир, 1974. 520 с.

6. Семяновський В. М. Методи соціально-економічного прогнозування: навч. посіб. Київ: Бізнес Медіа Консалтинг, 2011. 300 с.

7. Брикін Д. В. Товмаченко Н. М. Компаративний статистичний аналіз динаміки показників зовнішньої торгівлі України // Статистика в Україні та світі: стан, тенденції та перспективи розвитку: мат. XVI Міжнар. наук.-практ. конф. з нагоди Дня працівників статистики. Київ: ДП «Інформ.-аналіт. агентство», 2018. С. 147–152.

8. Brown R. G., Meyer R. F. The fundamental theorem of exponential smoothing. *Operation Research*. 1961. Vol. 9, № 5. P. 673–685. <https://doi.org/10.1287/opre.9.5.673>

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ТУРИСТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Сидорова Антоніна Василівна,
доктор економічних наук, професор,
завідувачка кафедри бізнес-статистики та економічної кібернетики,
Донецький національний університет імені Василя Стуса

У сучасній економіці широко використовуються цифрові технології, новітнє програмне забезпечення, аналізуються великі масиви даних, що дозволяє швидко отримувати й наочно представляти результати аналізу для прийняття управлінських рішень. Проте основою виконання аналітичних завдань є показники, методи й алгоритми прикладної статистики. Не є винятком і туристична діяльність.

Туристична діяльність являє собою складну систему з різноманітними економічними зв'язками. Вона об'єднує велику кількість видів діяльності та галузей, функції яких полягають у задоволенні зростаючого попиту на товари й послуги туризму. Туристична діяльність спрямована на досягнення головної мети – отримання прибутку при мінімізації витрат під час надання клієнтам послуг. Зміна показників ефективності в динаміці свідчить про позитивні чи негативні фактори зовнішнього і внутрішнього середовища, що впливають на результати діяльності та які потрібно аналізувати. В Україні туризм ще не отримав високого розвитку, але є привабливим за рахунок невеликих початкових інвестицій, швидкої окупності, постійного попиту на послуги, високого рівня рентабельності.

Питаннями оцінки й перспектив розвитку туризму займаються вчені різних напрямів. Серед них Г. Аванесова, Л. Вишневецька, Л. Воронкова, Л. Дробиш, М. Єфремова, І. Зорін, Т. Каверіна, В. Квартальнов, Г. Скляр та ін.