

Статистичне прогнозування використання енергетичних ресурсів

Запропоновано спосіб оцінювання методів прогнозування (методу регресійно-кореляційного аналізу та статистичних рівнянь залежностей) на основі аналізу похибок прогнозу із застосуванням методу комплексних статистичних коефіцієнтів. Такий ретроспективний підхід дозволяє встановити кращий метод прогнозування. Розрахунки тренду, виконані у статті, наведено також графічно з визначенням мінімальних, середніх та максимальних прогнозних значень. Достовірність розрахунків прогнозу явищ та процесів на основі методу статистичних рівнянь залежностей забезпечується шляхом обчислення для досліджуваного рівняння рівня стійкості тренду. З метою визначення інтервальних значень прогнозу (мінімальні та максимальні значення прогнозу) на основі методу статистичних рівнянь залежностей в статті запропоновано використовувати середнє лінійне відхилення.

Ключові слова: прогноз, метод кореляційно-регресійного аналізу, метод статистичних рівнянь залежностей, метод комплексних статистичних коефіцієнтів, енергетичні ресурси.

Формування планів та стратегії національного розвитку в умовах функціонування ринкової економіки України передбачає застосування науково обґрунтованого прогнозування рівня використання енергетичних ресурсів. Статистичне оцінювання даних хронологічного ряду на основі застосування регресійно-кореляційного аналізу ґрунтується на вивченні закономірностей, що формують зміну розвитку досліджуваного явища протягом періоду упередження. Значення залежної змінної (результативної ознаки) не підлягають ранжуванню, як це здійснюють на основі вихідних даних варіаційного ряду. З метою побудови статистичних моделей, що оцінюють рівень, динаміку й структуру явищ та процесів та ґрунтуються на застосуванні динамічних рядів, як пояснювальні змінні, залежно від мети дослідження, приймають періоди часу, а також значення показників. Тенденція до зростання або стагнації чи зниження у розвитку досліджуваного явища в динаміці називають трендом.

Визначення тренду у динамічному ряді на основі статистичних та математичних методів повинно враховувати: наявність лагу (тобто невідповідності у часі дій та їхніх наслідків); незіставність окремих значень ряду; застосування для прогнозування нечисленних рядів; статистичне оцінювання ряду на основі застосування різних аналітичних форм рівнянь тренду (лінійного чи нелінійного).

Статистика розглядає усі явища та процеси як взаємопов'язані між собою, наприклад, зміна законодавства (податкового та фінансового), зміна курсів валют, інфляції, а також інструкцій щодо обліку даних у статистичній звітності тощо призводить до непорівнянності рядів динаміки для статистичного аналізу та прогнозування.

Питанням статистичного аналізу енергетичних ресурсів присвячено праці А. В. Головача [1], І. Г. Манцурова [2], Н. О. Парфенцевої [3], О. Г. Осауленка [4] та інших вчених. Метою статті є розгляд та розроблення методики прогнозування динаміки

рівня загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні.

Встановлення стійких закономірностей у динамічних рядах залишається одним зі складних завдань статистичного аналізу зміни явищ у часі, розв'язання якої потребує використання аналітичного вирівнювання фактичних значень на основі застосування як лінійних, так і нелінійних рівнянь тренду.

Значення прогнозу отримують використовуючи основний постулат прогнозування про суттєву незмінність тенденції факторів, які формували розвиток показника у прогнозованому періоді. Екстраполяція передбачає, що закономірність розвитку явища, встановлена на основі регресійного рівняння, може бути продовжена за межі тих умов, в яких її було отримано. На основі визначення довірчих інтервалів можна встановити межі (мінімальні та максимальні рівні), в яких, за визначеного рівня імовірності, знаходяться значення прогнозованого показника.

Способи прогнозування рівнів основного показника, що характеризує ефективність енергоспоживання, – загальної ефективності споживання палива та енергії в країні – розглянемо на прикладі застосування методів регресійного аналізу та статистичних рівнянь залежностей. Метою цих розрахунків є визначення прогнозних значень з подальшим оцінюванням ступеня інтенсивності впливу макроекономічних чинників, які формують обсяг валового внутрішнього продукту України в майбутньому періоді. Індикатором ефективності енергоспоживання в країні вважають загальну ефективність споживання палива та енергії (далі – ЗЕСПЕ) як співвідношення між фактичним рівнем ЗЕСПЕ в країні та використаними для цього енергетичними ресурсами [5]. Встановлення параметрів рівняння лінійного тренду динамічного ряду рівня загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні на основі регресійного аналізу представлено в табл. 1 [6; 7; 8].

Вихідні дані для розрахунку параметрів лінійного тренду рівня ЗЕСПЕ
(ВВП, тис. дол. США у цінах 2005 року / т. н. е.)

| Рік | Символ року, t_i | Фактичні значення ЗЕСПЕ, тис. дол. США / т. н. е., y_i | $t_i y_i$ | t_i^2 | Теоретичні значення ЗЕСПЕ, тис. дол. США / т. н. е., \hat{y}_i | $(y_i - \hat{y}_i)^2$ |
|-------|--------------------|--|-----------|---------|--|-----------------------|
| 2000 | 1 | 0,45 | 0,45 | 1,00 | 0,46 | 0,000 |
| 2001 | 2 | 0,48 | 0,96 | 4,00 | 0,49 | 0,000 |
| 2002 | 3 | 0,50 | 1,50 | 9,00 | 0,52 | 0,000 |
| 2003 | 4 | 0,52 | 2,08 | 16,00 | 0,55 | 0,001 |
| 2004 | 5 | 0,58 | 2,90 | 25,00 | 0,58 | 0,000 |
| 2005 | 6 | 0,60 | 3,60 | 36,00 | 0,61 | 0,000 |
| 2006 | 7 | 0,67 | 4,69 | 49,00 | 0,64 | 0,001 |
| 2007 | 8 | 0,73 | 5,84 | 64,00 | 0,67 | 0,004 |
| 2008 | 9 | 0,76 | 6,84 | 81,00 | 0,70 | 0,004 |
| 2009 | 10 | 0,76 | 7,60 | 100,00 | 0,73 | 0,001 |
| 2010 | 11 | 0,68 | 7,48 | 121,00 | 0,76 | 0,006 |
| 2011 | 12 | 0,75 | 9,00 | 144,00 | 0,79 | 0,002 |
| Разом | 78,00 | 7,48 | 52,94 | 650,00 | 7,48 | 0,019 |

Система нормальних рівнянь набуде вигляду:

$$\begin{cases} 12a + 78b = 7,48; \\ 78a + 650,00b = 52,94. \end{cases}$$

Розв'язком цієї системи буде лінійне рівняння тренду виду: $\hat{y} = 0,4267 + 0,0302 \times t$.

Це означає, що з року в рік відбувається приріст рівня загальної ефективності споживання палива та енергії на 0,03 тис. дол. США / т. н. е. З метою вивчення точності оцінок регресії або величини відхилень теоретичних (\hat{y}_i) з фактичними їх значеннями (y_i) в табл. 1 наведено відповідний

розрахунок $(y_i - \hat{y}_i)^2$.

Оцінювання параметрів рівнянь тренду основного показника ефективності енергоспоживання на основі застосування методу найменших квадратів передбачає встановлення кращої апроксимації за формулою мінімізації суми квадратів різниці теоретичних значень (\hat{y}_i), визначених за рівнянням тренду, від фактичних (y_i), а саме:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min.$$

Побудова довірчого інтервалу прогнозних значень за Е. Ферстером та Б. Ренцом передбачає встановлення стандартного відхилення рівняння регресії на основі застосування формули [9]:

$$S_{\hat{y}_i}^2 = S_u^2 \times \left(\frac{1}{n} + \frac{(t_i - \bar{t})^2}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2} \right),$$

де $S_{\hat{y}_i}^2$ – стандартне відхилення рівняння регресії;

S_u^2 – залишкова дисперсія;

n – число спостережень;

t_i – значення символів часу;

\bar{t} – середнє значення символів часу.

Довірчі межі істинного рівня регресії \tilde{y}_i при відомому значенні надійності α та пояснювальної змінної t_i визначають за формулою:

$$\hat{y}_i - t_{f,\alpha} S_{\hat{y}_i} \leq \tilde{y}_i \leq \hat{y}_i + t_{f,\alpha} S_{\hat{y}_i},$$

де $S_{\hat{y}_i}$ – квадратний корінь зі стандартного відхилення рівняння регресії;

$t_{f,\alpha}$ – критерій Стюдента, визначений на основі відомих значень рівня імовірності α та кількості ступенів вільності $f = n - m - 1$.

Визначимо довірчий інтервал для досліджуваних прогнозованих рівнів макроекономічного показника. Так, для показника “Рівень загальної ефективності споживання палива та енергії, тис. дол. США / т. н. е.” (y_i) довірчі межі для істинних значень регресії по усіх членах ряду динаміки t_i ($i = 1, \dots, 12$) визначимо за даними табл. 2 з використанням формули стандартного відхилення. Середнє значення символів часу $\bar{t} = 6,5$ р., залишкова дисперсія дорівнює:

$$S_u^2 = \frac{0,019}{10} = 0,0019, n = 12 \text{ р.}$$

Знаходимо квантиль $t_{f,\alpha}$ розподілу Стюдента при $\alpha = 0,05$ і $f = 12 - 1 - 1 = 10$ ступенях вільності:

$$t_{10;0,05} = 2,23.$$

Довірчий інтервал лінійного тренду й прогнозованих значень рівня загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні на 2012–2014 рр.

| Рік | Символ року, t_i | Теоретичні значення ЗЕСПЕ, тис. дол. США/ т. н. е., \hat{y}_i | $(t_i - \bar{t})^2$ | $S_{\hat{y}_i}$ | $t_{12;0,05} S_{\hat{y}_i}$ | $\hat{y}_i - t_{f,\alpha} S_{\hat{y}_i}$ | $\hat{y}_i + t_{f,\alpha} S_{\hat{y}_i}$ |
|------|--------------------|---|---------------------|-----------------|-----------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2000 | 1 | 0,46 | 30,25 | 0,02 | 0,05 | 0,41 | 0,51 |
| 2001 | 2 | 0,49 | 20,25 | 0,02 | 0,05 | 0,44 | 0,53 |
| 2002 | 3 | 0,52 | 12,25 | 0,02 | 0,04 | 0,48 | 0,56 |
| 2003 | 4 | 0,55 | 6,25 | 0,02 | 0,03 | 0,51 | 0,58 |
| 2004 | 5 | 0,58 | 2,25 | 0,01 | 0,03 | 0,55 | 0,61 |
| 2005 | 6 | 0,61 | 0,25 | 0,01 | 0,03 | 0,58 | 0,64 |
| 2006 | 7 | 0,64 | 0,25 | 0,01 | 0,03 | 0,61 | 0,67 |
| 2007 | 8 | 0,67 | 2,25 | 0,01 | 0,03 | 0,64 | 0,70 |
| 2008 | 9 | 0,70 | 6,25 | 0,02 | 0,03 | 0,66 | 0,73 |
| 2009 | 10 | 0,73 | 12,25 | 0,02 | 0,04 | 0,69 | 0,77 |
| 2010 | 11 | 0,76 | 20,25 | 0,02 | 0,05 | 0,71 | 0,80 |
| 2011 | 12 | 0,79 | 30,25 | 0,02 | 0,05 | 0,74 | 0,84 |
| | Разом | | 143,00 | | | | |
| 2012 | 13 | 0,82 | 42,25 | 0,03 | 0,06 | 0,76 | 0,88 |
| 2013 | 14 | 0,85 | 56,25 | 0,03 | 0,07 | 0,78 | 0,92 |
| 2014 | 15 | 0,88 | 72,25 | 0,03 | 0,07 | 0,81 | 0,95 |

У другій графі табл. 2 вміщено позначення символів часу t_i (2000–2011 рр.). Графа 3 містить визначені в табл. 1 значення регресії. Стандартні похибки окремих значень регресії наведено в графі 5, а в 7 і 8 графах відповідно вказано мінімальні та максимальні значення довірчих меж. Наприклад, при $t_{15} = 15$ (прогноз на 2014 рік) дійсні рівні регресії з імовірністю 0,95 належатимуть інтервалу: $0,81 \leq \hat{y}_{15} \leq 0,95$.

Динаміка рівня загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні за 2000–2011 роки, а також теоретичні й прогнозовані значення (визначені з допомогою методу регресійного аналізу) на 2012–2014 рр. та його довірчий інтервал наведено на графіку (рис. 1).

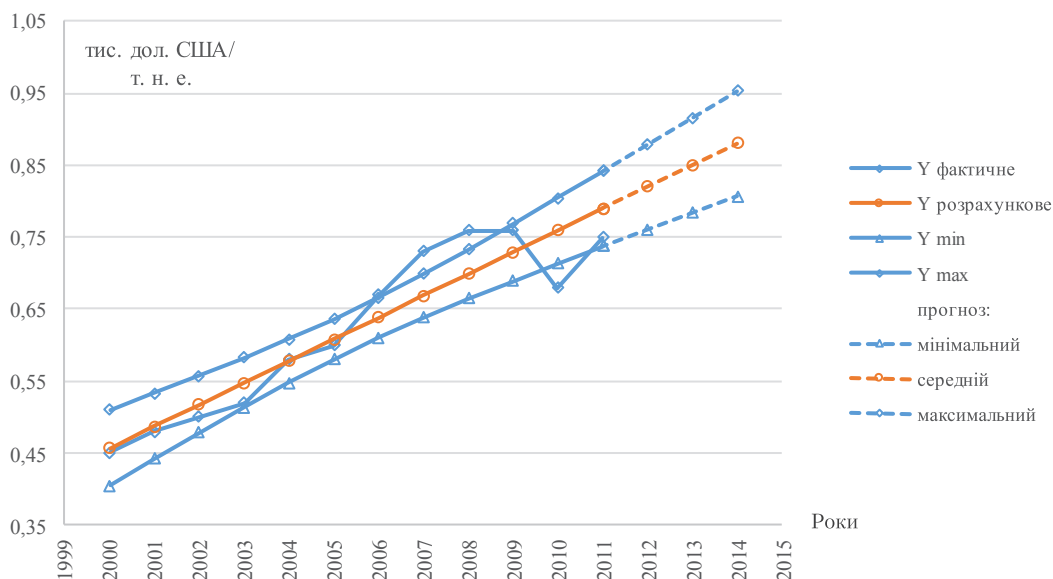


Рис. 1. Динаміка фактичного і теоретичного рівнів загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні за 2000–2011 рр. та прогнозовані значення, обчислені за методом регресійного аналізу, на 2012–2014 роки

Результати здійснених прогнозних розрахунків рівнів ЗЕСПЕ методом регресійних рівнянь тренду доповнимо застосуванням методу статистичних рівнянь залежностей.

Методологічні положення прогнозування як на основі методу регресійного аналізу, так і статистичних рівнянь залежностей застосовуються для вихідних даних інтервальних (моментних) динамічних рядів досліджуваного явища, для якого визначають тенденцію розвитку (тренд).

Статистичні рівняння тренду, які застосовуються для прогнозування, дозволяють кількісно оцінити основний напрямок зміни економічного явища в часі.

Застосування методу статистичних рівнянь залежностей у прогнозуванні розвитку явищ та процесів передбачає встановлення рівня стійкості тренду. Достовірність прогнозних даних забезпечується, коли зазначений коефіцієнт набуває значень в межах від 0,7 до 1,0, що свідчить про виявлення стійкої тенденції розвитку явища.

На основі застосування методу статистичних рівнянь залежностей можна розв'язати такі за-

вдання статистичного аналізу взаємозв'язку явищ та процесів:

1) виявлення основного напрямку розвитку (тренду);

2) обґрунтування прогнозних рівнів економічних явищ;

3) оцінювання інтенсивності використання чинників, що формують розвиток економічного явища в динаміці.

Прогнозування рівня загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні здійснимо на основі встановлення кращої функції взаємозв'язку за критерієм мінімуму абсолютного розміру відхилень між розрахунковими (y_t) та дійсними (y) рівнями досліджуваного показника за формулою $\sum |y - y_t| \rightarrow \min$.

Прогнозування на основі даних динамічного ряду рівня загальної ефективності споживання палива та енергії характеризується рівнянням прямої залежності при зменшенні чинникової та результативної ознак, за формулою [10; 11]:

$$y_t = y_{\max} \left(1 - b d \frac{t_i}{t_{\max}} \right),$$

де y_t – рівняння лінійного тренду;

y_{\max} – максимальне значення результативної ознаки;

b – параметр тренду;

d – символ відхилень коефіцієнта порівняння;

t_i – значення символу року;

t_{\max} – максимальне значення символу року.

Вихідні дані для кількісного оцінювання динаміки рівня загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні на основі рівняння тренду наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Розрахунково-допоміжна таблиця для встановлення параметрів тренду

| Рік | Фактичне значенні ЗЕСПЕ, тис. дол. США/ т. н. е., y_i | Символ року, t_i | $1 - \frac{t_i}{t_{\max}}$ (d_t) | $1 - \frac{y_i}{y_{\max}}$ (d_y) | $b d_t$ | Теоретичні значення ЗЕСПЕ, тис. дол. США/ т. н. е., y_t |
|-------|---|--------------------|---|---|---------|---|
| 2000 | 0,45 | 1 | 0,9167 | 0,4079 | 0,3596 | 0,4867 |
| 2001 | 0,48 | 2 | 0,8333 | 0,3684 | 0,3270 | 0,5115 |
| 2002 | 0,50 | 3 | 0,7500 | 0,3421 | 0,2943 | 0,5364 |
| 2003 | 0,52 | 4 | 0,6667 | 0,3158 | 0,2616 | 0,5612 |
| 2004 | 0,58 | 5 | 0,5833 | 0,2368 | 0,2289 | 0,5861 |
| 2005 | 0,60 | 6 | 0,5000 | 0,2105 | 0,1962 | 0,6109 |
| 2006 | 0,67 | 7 | 0,4167 | 0,1184 | 0,1635 | 0,6358 |
| 2007 | 0,73 | 8 | 0,3333 | 0,0395 | 0,1308 | 0,6606 |
| 2008 | 0,76 | 9 | 0,2500 | 0,0000 | 0,0981 | 0,6855 |
| 2009 | 0,76 | 10 | 0,1667 | 0,0000 | 0,0654 | 0,7103 |
| 2010 | 0,68 | 11 | 0,0833 | 0,1053 | 0,0327 | 0,7352 |
| 2011 | 0,75 | 12 | 0,0000 | 0,0132 | 0,0000 | 0,7600 |
| Разом | 7,48 | 78 | 5,5000 | 2,157895 | - | 7,4800 |

За даними табл. 3, параметри рівняння тренду прямої залежності становлять [6]:

1. $y_{\max} = 1302,079$ (млрд грн).

2. Параметр залежності b :

$$b = \frac{\sum \left(1 - \frac{y_i}{y_{\max}}\right)}{\sum \left(1 - \frac{t_i}{t_{\max}}\right)} = \frac{2,157895}{5,500000} = 0,392344.$$

З урахуванням наведених вище параметрів рівняння лінійного тренду набуде вигляду:

$$y_t = 0,76 \times \left(1 - 0,392344 \times d_{1 - \frac{t_i}{t_{\max}}}\right).$$

Параметр b рівняння означає, що зміна відхилень коефіцієнтів порівняння динамічного ряду

на один рік супроводжується зміною у 0,39 раза ($b = 0,392344$) коефіцієнтів порівняння результативного показника – рівня загальної ефективності споживання палива та енергії. Тотожність значень суми теоретичних і емпіричних значень результативного показника $\sum y_t = \sum y_i$ свідчить про правильність здійснених розрахунків.

Достовірність розрахунків прогнозу явищ та процесів на основі методу статистичних рівнянь залежностей забезпечується шляхом обчислення для досліджуваного рівняння рівня стійкості тренду. Необхідні розрахунки для визначення такого коефіцієнта наведемо в табл. 4.

Таблиця 4

Розрахунково-допоміжна таблиця для встановлення рівня стійкості тренду

| Рік | d_y | $b d_t$ | $ d_y - b d_t $ |
|-------|----------|---------|-----------------|
| 2000 | 0,4079 | 0,3596 | 0,0482 |
| 2001 | 0,3684 | 0,3270 | 0,0415 |
| 2002 | 0,3421 | 0,2943 | 0,0478 |
| 2003 | 0,3158 | 0,2616 | 0,0542 |
| 2004 | 0,2368 | 0,2289 | 0,0080 |
| 2005 | 0,2105 | 0,1962 | 0,0144 |
| 2006 | 0,1184 | 0,1635 | 0,0451 |
| 2007 | 0,0395 | 0,1308 | 0,0913 |
| 2008 | 0,0000 | 0,0981 | 0,0981 |
| 2009 | 0,0000 | 0,0654 | 0,0654 |
| 2010 | 0,1053 | 0,0327 | 0,0726 |
| 2011 | 0,0132 | 0,0000 | 0,0132 |
| Разом | 2,157895 | - | 0,5997 |

Звідки:

$$K = 1 - \frac{\sum |d_y - b d_t|}{\sum d_y} = 1 - \frac{0,5997}{2,1579} = 0,722.$$

Встановлений рівень коефіцієнта стійкості тренду, який відповідно до шкали оцінки залежностей характеризує наявність середнього рівня стійкого зв'язку, що, в свою чергу, дозволяє застосувати обране рівняння тренду з метою здійснення прогнозних розрахунків.

Для розрахунку прогнозних значень рівня загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні на наступний 2012 рік, а також 2013–2014 рр. (за межами даних табл. 1) побудуємо табл. 5.

Таблиця 5

Прогнозні значення рівня загальної ефективності споживання палива та енергії на 2012–2014 рр.

| Рік | Символ року, t | $1 - \frac{t_i}{t_{\max}}$ | $b d_t$ | Прогнозні значення рівня ЗЕСПЕ, тис. дол. США/ т. н. е. | | |
|------|------------------|----------------------------|---------|---|---------|-------------|
| | | | | мінімальні | середні | максимальні |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2012 | 13 | -0,0833 | -0,0327 | 0,6832 | 0,7848 | 0,8865 |
| 2013 | 14 | -0,1667 | -0,0654 | 0,7080 | 0,8097 | 0,9114 |
| 2014 | 15 | -0,2500 | -0,0981 | 0,7329 | 0,8345 | 0,9362 |

Отже, за даними табл. 5 видно, що прогнозне значення рівня загальної ефективності споживання палива та енергії на наступний 2012 рік складе 0,7848 млрд. грн. та 0,8097 млрд. грн. і 0,8345 тис. дол. США / т. н. е. відповідно у 2013 та 2014 роках. Обчислені в табл. 5 прогнозні значення рівня загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні та прогнозні значення 2012–2014 рр. відобразимо графіком (рис. 2).

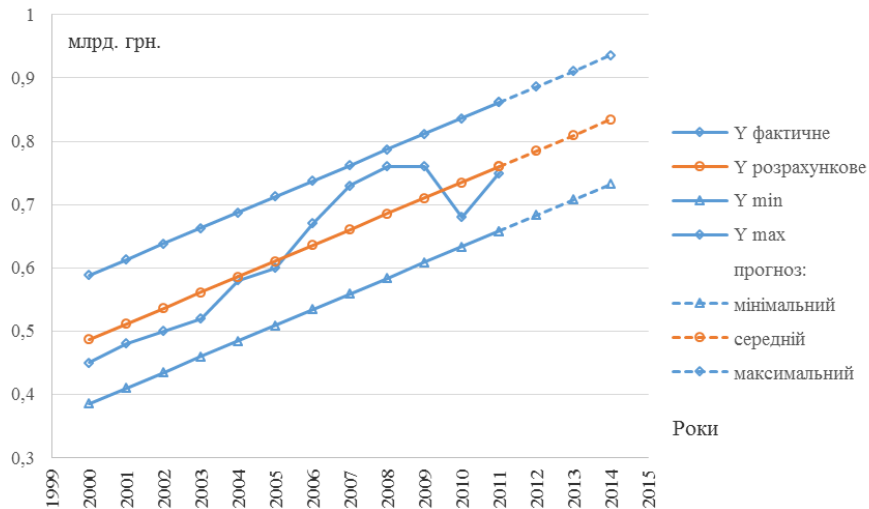


Рис. 2. Динаміка фактичного і теоретичного рівня загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні за 2000–2011 рр. та прогнозні значення, обчислені за методом статистичних рівнянь залежностей, на 2012–2014 рр.

У другій графі табл. 5 вміщено позначення символів часу t_i (2012–2014 роки). Графа 6 містить визначені в табл. 3 теоретичні значення рівня ЗЕСПЕ у прогнозованому періоді. Мінімальні та максимальні значення прогнозу наведено відповідно в графах 5 і 7, що визначено на основі середнього лінійного відхилення [10; 11]:

$$\bar{d} = \frac{\sum |y - \bar{y}|}{n},$$

де \bar{d} – середнє лінійне відхилення між фактичними та середнім значеннями досліджуваного показника;

n – кількість спостережень.

Метод статистичних рівнянь залежностей дозволяє здійснити науково обґрунтоване вивчення

загальної тенденції розвитку та прогнозування динаміки явищ та процесів на основі нечисленної величини рівнів ряду. Через те розрахунки тренду досліджуваного макроекономічного показника, виконані на основі методу статистичних рівнянь залежностей, наведено також графічно з визначенням мінімальних, середніх та максимальних прогнозних значень.

Проаналізуємо фактичні значення динаміки досліджуваного індикатора ефективності енергоспоживання в країні на основі розрахунку похибки прогнозу, яку доцільно визначати шляхом співвідношення прогнозних рівнів з фактичними. З метою зіставлення прогнозних та фактичних значень рівня ЗЕСПЕ у 2012 році сформуємо табл. 6.

Таблиця 6

Порівняння прогнозних значень рівня загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні на 2012 рік з фактичними їх значеннями

| Показник | Рівень загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні |
|--|--|
| Фактичні значення за 2012 рік, тис. дол. США/ т. н. е. | 0,78 |
| <i>Метод розрахунку прогнозу:</i> | |
| 1. Метод статистичних рівнянь залежностей | |
| а) мінімальні рівні | 0,6832 |
| б) середні рівні | 0,7848 |
| в) максимальні рівні | 0,8865 |
| 2. Метод регресійних рівнянь тренду | |
| а) мінімальні рівні | 0,7606 |
| б) середні рівні | 0,8197 |
| в) максимальні рівні | 0,8788 |
| <i>Похибка прогнозу, %</i> | |
| 1. Метод статистичних рівнянь залежностей | |
| а) мінімальні рівні | 12,4126 |
| б) середні рівні | 0,6216 |
| в) максимальні рівні | 13,6558 |

| | |
|-------------------------------------|---------|
| 2. Метод регресійних рівнянь тренду | |
| а) мінімальні рівні | 2,4849 |
| б) середні рівні | 5,0894 |
| в) максимальні рівні | 12,6636 |

Джерело: [7]

Для оцінювання за даними табл. 6, де наведено шість варіантів прогнозу, які ґрунтуються на застосуванні методів статистичних рівнянь залежностей та регресійних рівнянь тренду, визначимо кращий варіант з них на основі застосування методу комплексних статистичних коефіцієнтів.

Застосуємо метод комплексних статистичних коефіцієнтів для оцінювання рівня похибки прогнозних розрахунків на 2012 рік у порівнянні з фактично досягнутими значеннями за цей рік. Розрахунки проведемо за формулою [10]:

$$K_{\theta} = \sum \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

де K_{θ} – коефіцієнт вагомості відхилень;

x_i – значення похибки прогнозу, %;
 x_{\min} та x_{\max} – мінімальна й максимальна величина похибки прогнозу відповідно, %.

Похибку прогнозу пропонуємо визначати за формулою:

$$\text{Похибка прогнозу} = \left| \left(\frac{\text{Прогноз} * 100}{\text{Фактичне значення}} \right) - 100 \right|$$

За даними табл. 6 про величину похибки прогнозу для розрахунку комплексних статистичних коефіцієнтів побудуємо табл. 7 та 8.

Таблиця 7

**Значення відхилень похибок прогнозу рівня загальної ефективності
споживання палива та енергії на 2012 рік**

| Метод розрахунку і рівні прогнозу | | Похибка прогнозу |
|--|-------------------|------------------|
| Метод статистичних рівнянь залежностей | мінімальні рівні | 11,79 |
| | середні рівні | 0,00 |
| | максимальні рівні | 13,03 |
| Метод регресійного аналізу | мінімальні рівні | 1,86 |
| | середні рівні | 4,47 |
| | максимальні рівні | 12,04 |

На основі комплексного коефіцієнта вагомості відхилень (табл. 8) встановимо місце окремого способу прогнозування основних макроекономічних показників за принципом мінімізації відхилень між фактичними та прогнозованими значеннями обсягу ЗЕСПЕ.

Таблиця 8

**Значення комплексного коефіцієнта та місця окремого способу прогнозування
для визначення оптимального прогнозу**

| Метод розрахунку і рівні прогнозу | | Комплексний коефіцієнт | Місце прогнозу |
|--|-------------------|------------------------|----------------|
| Метод статистичних рівнянь залежностей | мінімальні рівні | 0,90 | 4 |
| | середні рівні | 0,00 | 1 |
| | максимальні рівні | 1,00 | 6 |
| Метод регресійного аналізу | мінімальні рівні | 0,14 | 2 |
| | середні рівні | 0,34 | 3 |
| | максимальні рівні | 0,92 | 5 |

З розрахунку слідує, що з окремих варіантів прогнозу рівнів основного макроекономічного показника – загальної ефективності споживання палива та енергії – найменші значення похибки прогнозу відмічено при розрахунках, виконаних методом статистичних рівнянь залежностей на

основі середніх рівнів на 2012 р. За результатами прогнозування рівня ЗЕСПЕ на 2012 р. методом регресійного аналізу необхідно зазначити, що друге місце займають розрахунки на основі мінімальних рівнів прогнозу, третє – розрахунки на основі середніх рівнів прогнозу.

Застосування методу статистичних рівнянь залежностей для вивчення змін в динаміці дозволяє зменшити рівень похибки прогнозного розрахунку у зв'язку з тим, що таке вивчення дає змогу отримати науково обґрунтовані результати як при нечисленній, так і при численній сукупності рівнів динамічного ряду, а також через те, що самі обчислення не містять степеневі величини (квадрати значень, 3-я степінь тощо).

Відмітимо також, що коли розвиток досліджуваних явищ у динаміці визначається нестійкою тенденцією, то аналітичне вирівнювання такого фактичного розподілу на основі регресійних рівнянь тренду не дозволяє отримати достовірну апроксимацію та прогноз, навіть на одну наступну точку.

З метою зменшення впливу значень періодів часу для вивчення тренду доцільно застосувати

їхню нумерацію на основі символів часу (порядкових чисел 1, 2, 3 тощо), що дозволить отримати рівномірне зростання чинникової ознаки. Цілком логічним є ускладнення обґрунтування даних прогнозу при переході від лінійного прямого тренду до параболічного (другого або вищих порядків), або ж, наприклад, експоненти, зокрема через те, що при застосуванні параболічного рівняння другого порядку залишається вплив піднесення символів часу (t) до квадрату при обґрунтуванні прогнозного значення.

Наведені науково-методичні положення прогнозування рівня загальної ефективності споживання палива та енергії в Україні дозволяють також оцінювати динаміку показників ефективності енергоспоживання на регіональному рівні з метою обґрунтування й прогнозування розвитку територіальної громади.

Список використаних джерел

1. Головач А. В. Статистичне забезпечення управління економікою: прикладна статистика : [навч. посіб.] / А. В. Головач, В. Б. Захожай, Н. А. Головач. – К. : КНЕУ, 2005. – 333 с.
2. Манцуров І. Г. Статистика економічного зростання та конкурентоспроможності країни : [монограф.] / І. Г. Манцуров. – К. : КНЕУ, 2006. – 392 с.
3. Статистика ринків : [підручн. для вищ. навч. закл.] / ДАСОА Держкомстату України ; за наук. ред. Н. О. Парфенцевої. – К. : Інформаційно-аналітичне агентство, 2007. – 863 с.
4. Осауленко О. Г. Національна статистична система: стратегічне планування, методологія та організація : [монограф.] / О. Г. Осауленко. – К. : ДП "Інформ.-аналіт. агентство", 2008. – 415 с.
5. Методика розрахунку показника енергоємності валового регіонального продукту / Держенергоефективності України. – К., 2011. – 33 с.
6. Кулинич Р. О. Статистичні методи аналізу взаємозв'язку показників соціально-економічного розвитку : [монограф.] / Р. О. Кулинич. – К. : Формат, 2008. – 288 с.
7. Статистичний щорічник України за 2012 рік / за ред. О. Г. Осауленка ; Державна служба статистики України. – К. : Август Трейд, 2013. – 552 с.
8. Україна: показники 2000–2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=UKRAINE&product=indicators&year=>
9. Кулинич Р. О. Статистична оцінка чинників соціально-економічного розвитку : [монограф.] / Р. О. Кулинич. – К. : Знання, 2007. – 311 с.
10. Кулинич Е. И. Статистическая оценка факторов хозяйственной деятельности заготовительных организаций / Е. И. Кулинич. – М. : Финансы и статистика, 1983. – 192 с.
11. Кулинич О. І. Теорія статистики : [підручн.] / О. І. Кулинич, Р. О. Кулинич. – [6-те вид., перероб. і доп.]. – К. : Знання, 2013. – 239 с.