

Белкіна І.А., Пістунов І.М.

*Національний гірничий університет*

## ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ЕКСПОРТУ БЕЗШОВНИХ ТРУБ

НА 2010 РІК

**Анотація.** В статті наводиться авторегресійна модель прогнозування об'ємів експорту безшовних труб по місяцях. Розраховано прогноз експортного попиту на українські безшовні труби на період з листопаду 2009 по жовтень 2010 р.

**Ключові слова.** Прогнозування, кореляція, сезонність, похибка, авторегресійна модель, спектральний аналіз.

**I. Вступ.** Для конкурентного виживання в умовах відкритої економіки, підприємства все частіше звертаються до економіко-математичних методів прогнозування ключових факторів своєї господарської діяльності. Тож перед торгово-посередницькими підприємствами трубної промисловості постає задача прогнозування попиту на безшовні труби на декілька наступних періодів з метою оптимізації своїх запасів. В попередніх дослідженнях висувалось припущення про можливість моделювання та прогнозування попиту на продукцію української трубної промисловості на підставі даних про світові ціни на нафту та газ [1]. Проте, ці припущення не підтверджувалися жодними статистичними розрахунками.

**II. Постановка задачі.** Використовуючи у якості даних з попиту об'єми експорту українськими підприємствами даного товару за попередні місяці (з серпня 2003 р. по липень 2009 р.), необхідно побудувати достатньо точну прогнозуючу модель.

**III. Результати.** Попередній аналіз графіку об'ємів експорту дозволяє виявити чітку сезонну закономірність: падіння об'єму експорту у зимові місяці. Така ситуація викликана передусім, зупинкою деяких будівельних об'єктів через погодні умови. Проте, окрім сезонності існують і інші залежності, виявлен-

ня та врахування яких являє собою науковий інтерес. На рис. 1 наведена статистика експорту безшовних труб.

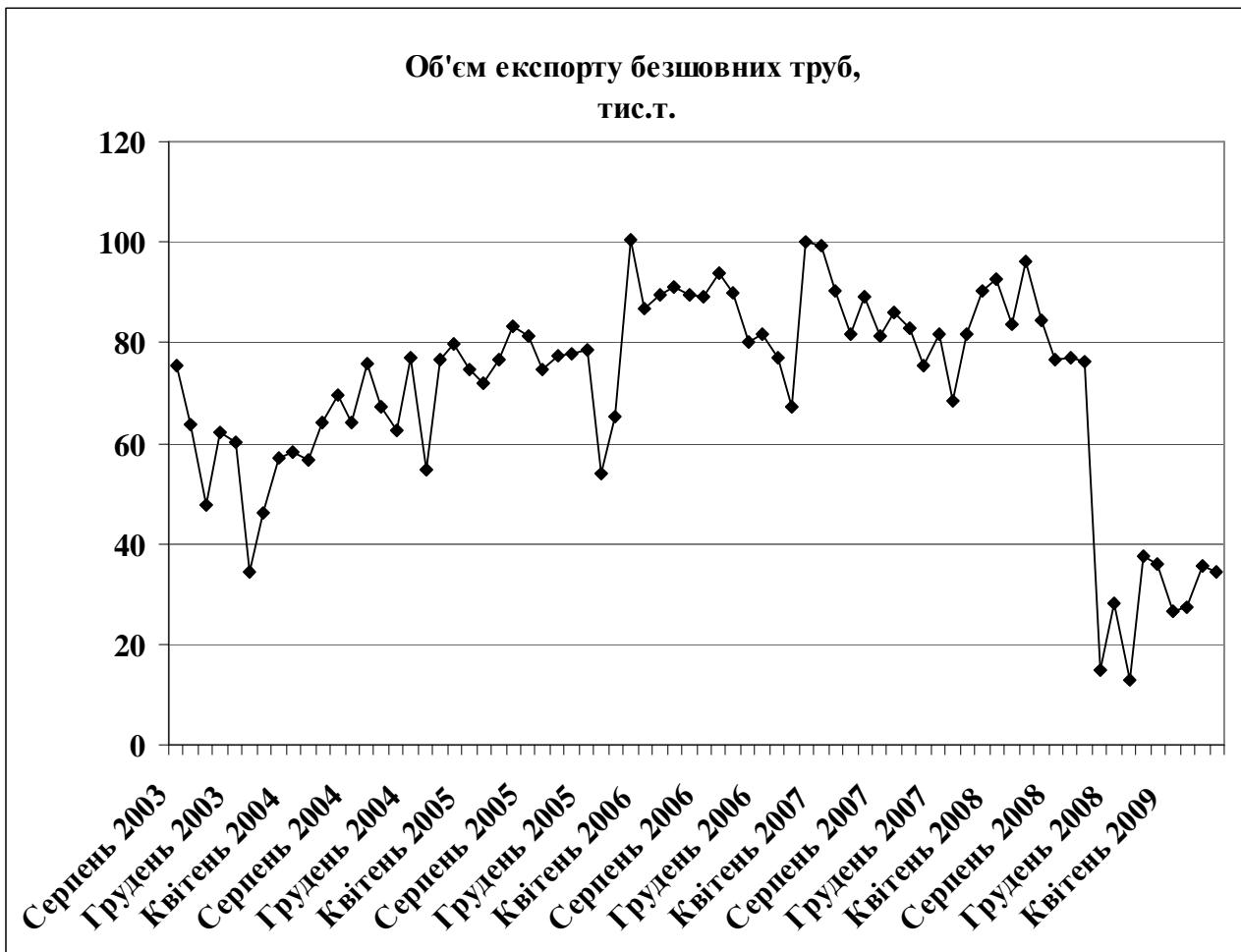


Рис.1. Експорт безшовних труб.

Аналіз кореляції поміж поточними значеннями експорту труб та його попередніми значеннями за періоди, що відстають від поточного на 1, 2, 3 та 4(на 1-6 кроків, як в таблиці) кроки (табл.1.), продемонстрував, що зв'язок між значеннями ціни на нафту (так само, як і ціни на газ) і значеннями об'єму експорту слабша, ніж взаємозв'язок між значення експорту і значеннями експорту декілька періодів назад. Виходячи з цього, було висунуто гіпотезу про можливість побудови авторегресійної моделі типу (1) [2]:

$$Y_t = \sum_{j=1}^T [A_j Y_{t-j}^{B_j} + C_j (1 - e^{-D_j Y_{t-j}}) \sin(E_j Y_{t-j}^{F_j} + G_j)] + L, \quad (1)$$

де  $T$  – кількість врахованих попередніх значень ( $T = 5$ );  $Y_t$  – значення обсягу експорту в період  $t$ ;  $Y_{t-j}$  – значеннями експорту  $j$ -періодів назад;  $A - L$  - константи.

## Кореляція поточного та попередніх значень експорту безшовних труб

	$Y_t$	Ціна на нафту, долл. за бар.	$Y_t$	Ціна на газ, долл. за тис. куб. фут.	$Y_t$
$Y_t$	1,000	У період $t$	0,511	У період $t$	0,367
$Y_{t-1}$	0,711	У період $t-1$	0,556	У період $t-1$	0,438
$Y_{t-2}$	0,603	У період $t-2$	0,522	У період $t-2$	0,495
$Y_{t-3}$	0,562	У період $t-3$	0,476	У період $t-3$	0,493
$Y_{t-4}$	0,493	У період $t-4$	0,402	У період $t-4$	0,458
$Y_{t-5}$	0,389	У період $t-5$	0,314	У період $t-5$	0,418
$Y_{t-6}$	0,344	У період $t-6$	0,258	У період $t-6$	0,375

В випадку, якщо модель прогнозу будуватиметься на основі значення лише попереднього періоду (2), виникає необхідність визначення  $K$  – кількості доданків моделі (1). Задля визначення  $K$  доцільно використати спектральний аналіз. Спектральний аналіз було виконано за допомогою пакету прикладних програм STATISTICA. На періодограмі (рис.2) виявлено п'ять піків, яким відповідають 5 характерних частот (0,0138; 0,083; 0,16; 0,292; 0,38), отже  $K = 5$ .

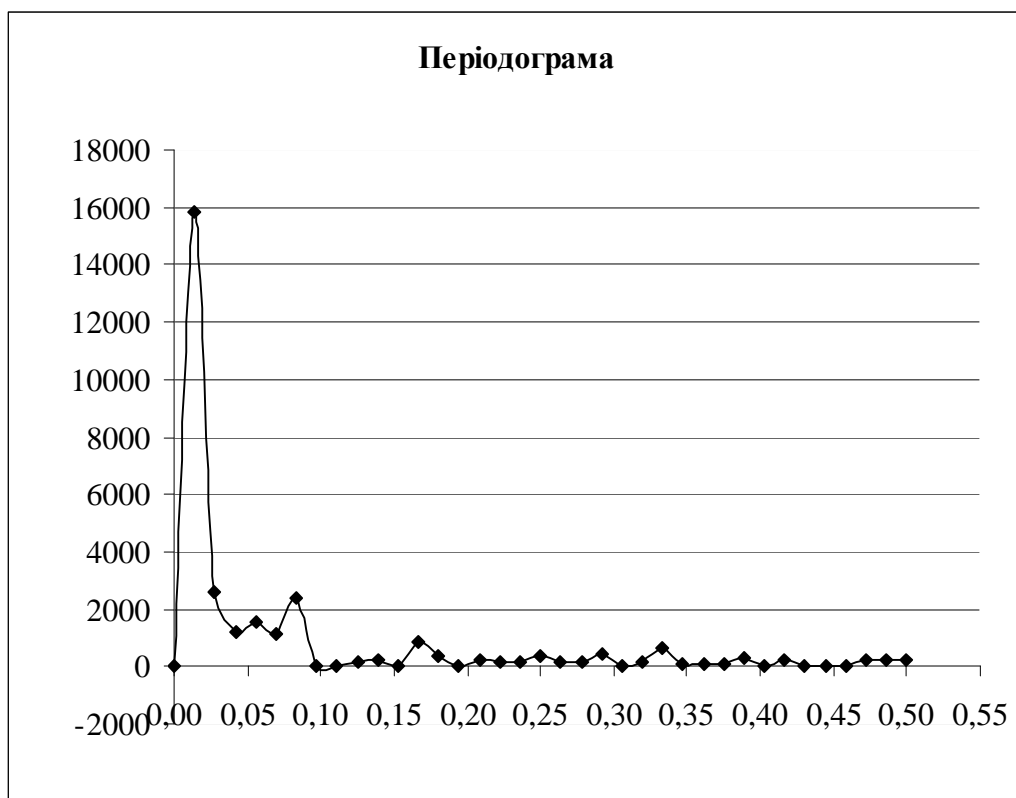


Рис. 2. Періодограма процесу експорту безшовних труб по частоті.

Константи  $A - L$  моделі (1) визначалися методом найменших квадратів за допомогою програми Excel, а саме функції «Пошук рішення». Цільовою функцією у цьому разі буде сума квадратів похибок (регресійних залишків):

$$S = \sum_{t=1}^N (Y_t^{\phi} - Y_t^p) \rightarrow \min, \quad (2)$$

де  $N$  – розмір статистичної вибірки,  $Y_t^{\phi}$  – фактичне значення змінної у  $t$ -му періоді;  $Y_t^p$  – розраховане за моделлю (1) значення змінної у  $t$ -му періоді.

Проте, використання даних з об'єму експорту безшовних труб безпосередньо у моделі (1) є досить проблематичним, оскільки область значення функції синус -  $[-1;1]$ , а середнє значення об'єму експорту за 6 років складає 70,16 тис. т.

Зважаючи на вищесказане, доцільно побудувати модель, вхідними даними якої є перетворення початкових даних. Тож, модель (1) була застосована з ефектами: корінь квадратний з об'єму експорту:

$$Y_t \rightarrow \sqrt{Y_t}, \quad (3)$$

десятковий логарифм з об'єму експорту:

$$Y_t \rightarrow \lg(Y_t), \quad (4)$$

натуральний логарифм з об'єму експорту:

$$Y_t \rightarrow \ln(Y_t), \quad (5)$$

об'єму експорту ділений на 100:

$$Y_t \rightarrow \frac{Y_t}{100}, \quad (6)$$

а також піднесення об'єму експорту у степінь, що визначається Пошуком рішення:

$$Y_t \rightarrow Y_t^q. \quad (7)$$

Визначити, на основі яких саме перетворень модель є найточнішою можливо лише побудувавши всі ці моделі, підбравши до них коефіцієнти, а також визначивши, яка ж з моделей має найнижчі похибки (табл. 2). Задля визначення середньої похибки прогнозу, будемо порівнювати розраховані прогнозні дані зі значеннями, котрі не враховувались при побудові прогнозу – об'єми експорту за серпень-жовтень 2009р.

Таблиця 2. Порівняльний аналіз моделей

Тип перетворення вхідних даних	Середня похибка апроксимації	Середня похибка прогнозу
Моделі, побудовані на залежності лише від попереднього значення		
Ділення на 100	20,6%	18,14%
Десятковий логарифм	18,88%	11,99%
Натуральний логарифм	18,89%	7,38%
Корінь квадратний	20,5%	17,63%
Степінь, яку підбирає Пошук рішення (-0,286)	18,8%	10,39%
Моделі, побудовані на залежності від 5 попередніх значень		
Ділення на 100	24,18%	12,36%
Десятковий логарифм	19,49%	10,84%
Натуральний логарифм	20,67%	19,17%
Корінь квадратний	20,06%	9,93%
Степінь, яку підбирає Пошук рішення (-0,35; -0,37; -0,06; -0,11; 0,02)	20,43%	20,56%

Прийнявши основним критерієм вибору моделі найнижчу похибку прогнозу, обираємо модель з ефектом виду (5):

$$Y_t = \sum_{j=1}^K \left[ A_j (\ln Y_{t-1})^{B_j} + C_j (1 - e^{D_j (\ln Y_{t-1})}) \sin(E_j (\ln Y_{t-1})^{F_j} + G_j) \right] + L \quad (8)$$

Підставивши у модель (8) розраховані Пошуком рішення константи  $A - L$ , отримаємо модель:

$$Y_t = 46,15 (\ln Y_{t-1})^{-3,73} + 10082 (\ln Y_{t-1})^{-50,1} + 23774 (\ln Y_{t-1})^{-5,76} - 2743 (\ln Y_{t-1})^{-5,03} + 379,4 (\ln Y_{t-1})^{0,374} - 584,21 \quad (9)$$

Приведемо подібні:

$$Y_t = 46,15 (\ln Y_{t-1})^{0,374} [ (\ln Y_{t-1})^{-4,07} + 218,46 (\ln Y_{t-1})^{-50,474} + 515,15 (\ln Y_{t-1})^{-6,134} - 59,44 (\ln Y_{t-1})^{-5,404} + 8,22 ] - 584,21 \quad (10)$$

Відсутність в моделі (9)-(10) тригонометричних та експоненціальних залежностей пояснюється тим, що коефіцієнти цих залежностей, вираховані Пошу-

ком рішення дорівнюють нулю. Використовуючи модель (10), побудуємо прогноз об'єму експорту безшовних труб на декілька місяців (див. табл. 3).

Таблиця 3. Прогноз експорту безшовних труб

Період прогнозу	Прогнозований експортного попиту, тис.т.
Листопад 2009	43,495
Грудень 2009	47,232
Січень 2010	51,297
Лютий 2010	55,438
Березень 2010	59,378
Квітень 2010	62,891
Травень 2010	65,846
Червень 2010	68,213
Липень 2010	70,035
Серпень 2010	71,397
Вересень 2010	72,393
Жовтень 2010	73,108

**IV. Висновки:** На підставі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

- 1) Найбільш точним за якість прогнозування виявилася логарифмічна модель.
- 2) Найбільш ефективним є модель, побудована на підставі попередніх значень експорту труб.
- 3) Практичне застосування даної прогнозуючої моделі дозволяє комерційно-посередницькому підприємству оптимізувати запаси продукції, що в свою чергу дозволяє:
  - знизити витрати на оренду складських приміщень;
  - оптимізувати завантаження транспортних засобів;
  - збільшити чистий прибуток та чистий грошовий потік підприємства;
  - збільшити оборотність товарних запасів і т.д.

Перспективою подальших досліджень є використання такого підходу до прогнозування попиту на іншу продукцію металургійної промисловості.

**Література:**

1. Морозов Д.В., Марюта А.Н О методике экономико-математического моделирования спроса в трубной отрасли Украины//Економіка: проблеми теорії та практики. – Вип.. 135.– ДНУ: 2001. – С. 116-119.
2. Пістунов І.М., Пістунов М.І. Моделювання періодичних процесів в економіці//Економіка: проблеми теорії та практики. – Вип.. 135.– ДНУ: 2001. – С. 204-207.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.:Наука, 1962. – 564 с.