

**ПРОГНОЗУВАННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ ПОТОКІВ**

У статті наведена методика прогнозування контейнерних перевезень в межах транспортних коридорів.

В статті представлена методика прогнозування контейнерних перевезень в межах транспортних коридорів.

The paper describes a method of the forecasting the container services within transport corridors.

Проблема найвигіднішого використання контейнерів при перевезеннях стояла ще за радянських часів. Вона актуальна і сьогодні, а з розвитком нових міжнародних економічних відносин і використанням мультимодальних перевезень вийшла на новий рівень.

За останні п'ять років багато уваги приділяється створенню і розвитку транспортних артерій між нашою державою та іншими країнами. Це питання розглядалось не тільки промисловцями та транспортниками, а й науковими працівниками. У цьому світлі постає необхідність досліджень контейнерних перевезень в сучасних умовах з максимальною ефективністю. Але максимально ефективна користь від використання контейнерних перевезень може бути досягнута не тільки зі

зменшенням порожнього пробігу, а й від спланованих економічних та технічних вкладень в очікуванні перевезення.

З метою визначення актуальності вирішення питань підвищення ефективності технологічних процесів при залізничних контейнерних перевезеннях та їх митному контролю за даними Управління статистики Держмитслужби, проведемо статистичний аналіз транзитних контейнерних перевезень за 2001–2002 рр. за двома умовними напрямками Азія–Європа та Європа–Азія. Для відображення даних означених перевезень зручно скористуватись табл. 1.

На базі даних з таблиці побудуємо стовпчикові діаграми динаміки контейнерних перевезень за 2001–2002 рр. у напрямку Азія–Європа (рис. 1) та Європа–Азія (рис. 2).

Таблиця 1

**Контейнерні перевезення в 2001–2002 рр.**

За місяць	Азія–Європа		Європа–Азія	
	2001 р.	2002 р.	2001 р.	2002 р.
Січень	620	580	390	382
Лютий	725	792	457	446
Березень	687	764	456	495
Квітень	635	550	483	453
Травень	724	668	428	502
Червень	580	450	455	488
Липень	612	466	389	397
Серпень	544	750	463	450
Вересень	689	824	476	468
Жовтень	743	773	482	453
Листопад	828	870	493	465
Грудень	841	894	480	472
За рік	8228	8381	5452	5471

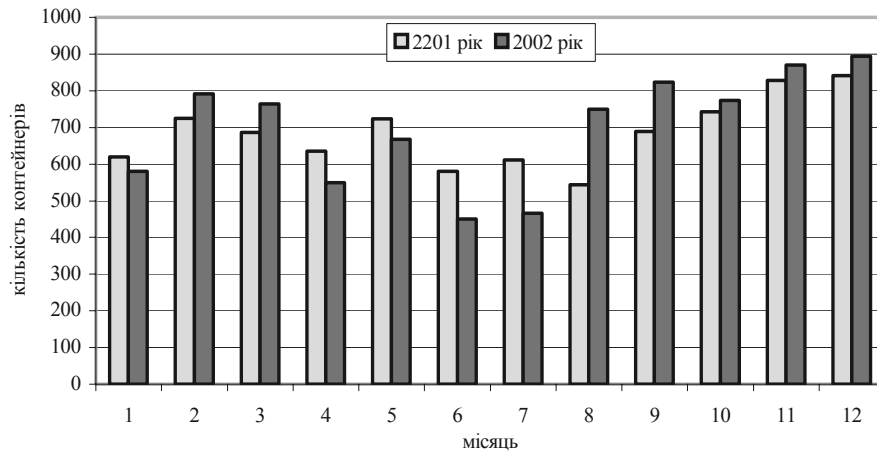


Рис. 1. Діаграма динаміки контейнерних перевезень за 2001–2002 рр. у напрямку Азія–Європа

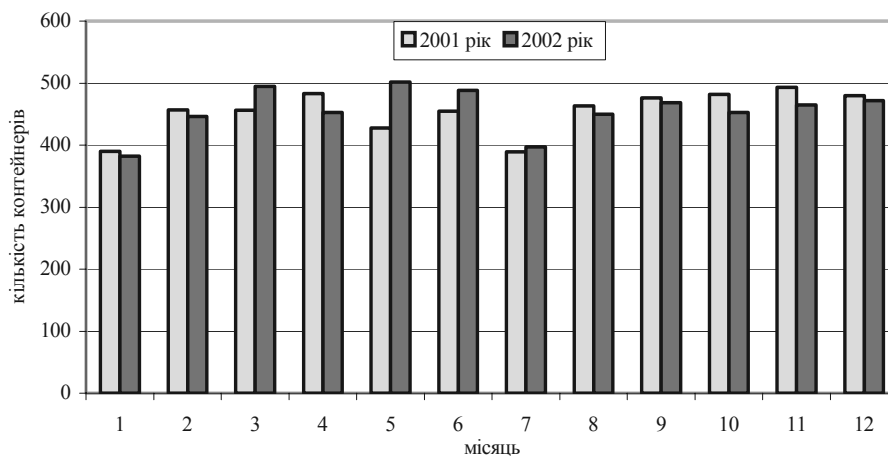


Рис. 2. Діаграма динаміки контейнерних перевезень за 2001–2002 рр. у напрямку Європа–Азія

На базі обраних даних окремо для напрямків Азія–Європа та Європа–Азія проведемо згладжування динамічних рядів для виявлення тенденції. Рівень ряду – дані за місяць. Згладжування динамічного ряду проведемо методом аналітичного вирівнювання, знайдемо формулу, яка відтворює тенденцію розвитку. Найпростішою формулою є лінійна функція

$$y_t = a_0 + a_1 t.$$

Параметри  $a_0$  та  $a_1$  згідно з методом найменших квадратів знаходяться шляхом розв’язання системи нормальних рівнянь

$$\begin{cases} a_0 n + a_1 \sum t = \sum y, \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum yt', \end{cases}$$

де  $n$  – кількість місяців ( $n = 24$ );  $t$  – порядковий номер періоду або моменту часу;  $y$  – фактичні рівні ряду.

Розрахунок параметрів значно спрощується, якщо за початок відліку часу ( $t = 0$ ) прийняти центральний інтервал. Оскільки число рівнів динамічного ряду парне умовні позначення часу  $t$  наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Період	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t$	-23	-21	-19	-17	-15	-13	-11	-9	-7	-5	-3	-1
Період	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$t$	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23

Оскільки  $\sum t=0$ , то система нормальних рівнянь приймає вигляд

$$\begin{cases} \sum y = a_0 n, \\ \sum yt = a_1 \sum t^2. \end{cases}$$

Тоді

$$a_0 = \frac{\sum y}{N}; \quad a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2}.$$

Розглянемо вирівнювання ряду динаміки по прямій, взявши вихідні дані за 2001–2002 рр. (табл. 2). Проведемо розрахунки, з цією метою складемо допоміжну табл. 3.

Таблиця 2

Вихідні дані за 2001–2002 рр. за напрямком Азія–Європа

Період	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y	620	725	687	635	724	580	612	544	689	743	828	841
Період	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
y	580	792	764	550	668	450	466	750	824	773	870	894

Таблиця 3

Період	y	t	t <sup>2</sup>	yt	y <sub>t</sub>	y - y <sub>t</sub>	(y - y <sub>t</sub> ) <sup>2</sup>
1	620	-23	529	-14260	636,05	-16,05	257,6025
2	725	-21	441	-15225	640,93	84,07	7067,7649
3	687	-19	361	-13053	645,79	41,21	1698,2641
4	635	-17	289	-10795	650,66	-15,66	245,2356
5	724	-15	225	-10860	655,55	68,45	4685,4025
6	580	-13	169	-7540	660,40	-80,40	6464,1600
7	612	-11	121	-6732	665,27	-53,27	2837,6929
8	544	-9	81	-4896	670,13	-126,13	15908,7769
9	689	-7	49	-4823	675,00	14,00	196,0000
10	743	-5	25	-3715	679,87	63,13	3985,3969
11	828	-3	9	-2484	684,74	143,26	20523,4276
12	841	-1	1	-841	689,62	151,38	22915,9044
13	580	1	1	580	694,47	-114,47	13103,3809
14	792	3	9	2376	699,34	92,66	8585,8756
15	764	5	25	3820	704,22	59,78	3573,6484
16	550	7	49	3850	709,08	-159,08	25306,4464
17	668	9	81	6012	713,95	-45,95	2111,4025
18	450	11	121	4950	718,82	-268,82	72264,1924
19	466	13	169	6058	723,68	-257,68	66398,9824
20	750	15	225	11250	728,55	21,45	460,1025
21	824	17	289	14008	733,42	90,58	8204,7364
22	773	19	361	14687	738,29	34,71	1204,7841
23	870	21	441	18270	743,15	126,85	16090,9225
24	894	23	529	20562	748,02	145,98	21310,1604
Σ	16609	0	4600	11199	16609	0,00	325402,2628

Тоді

$$a_0 = 692,04, \quad a_1 = 2,434.$$

Рівняння прямої, яка являє собою трендову модель функції, яка шукається, має вигляд

$$y_t = 692,04 + 2,434t.$$

За даними табл. 3 побудуємо функцію у графічному вигляді (рис. 3).

Розглянувши трендову модель функції, можна зробити такі висновки:

1. В наступному періоді часу (2003 р.) скоріше слід очікувати зростання кількості перевезень в напрямку Азія–Європа.

2. Кількість перевезень в напрямку Азія–Європа наприкінці кожного року має стати тенденцію до росту.

Виявлення та характеристика трендів і моделей взаємозв'язку створюють підстави для прогнозування. Для цього використовують метод екстраполяції.

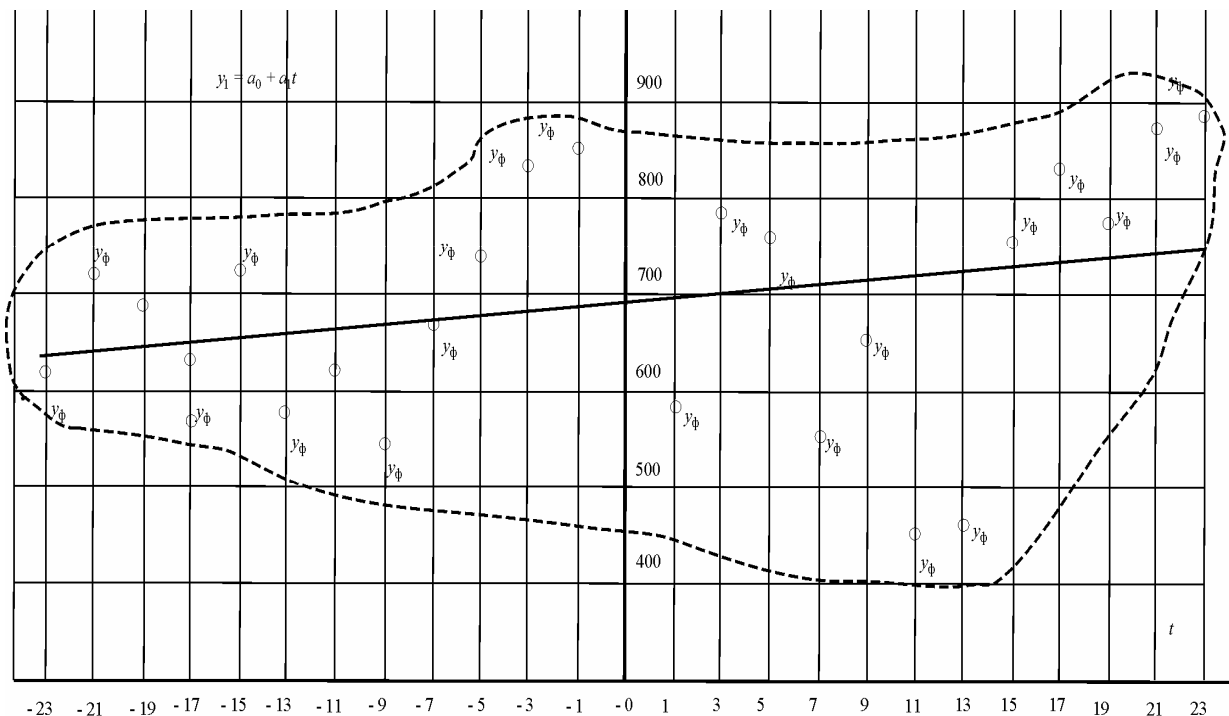


Рис. 3. Трендова модель функції  $y_t = a_0 + a_1t$  у графічному вигляді

Тепер за допомогою вихідних даних перевезення у напрямку Європа–Азія (табл. 4) спробуємо скласти прогноз таких перевезень на початок 2003 р. Проведемо розрахунки, з цією метою складемо допоміжну табл. 5.

Тоді

$$a_0 = 455,12, \quad a_1 = 0,350.$$

На підставі обчисленого рівняння  $y_t = a_0 + a_1t$

за допомогою екстраполяції при  $t = 25$  – для січня 2003 р. визначимо очікувану величину

$$y_{25} = 455,12 + 0,350 \cdot 25 = 463,87.$$

Так само визначимо величину при  $t = 30$  – для червня 2003 р.:

$$y_{30} = 455,12 + 0,350 \cdot 30 = 465,62.$$

Таблиця 4

Вихідні дані за 2001–2002 рр. за напрямком Європа–Азія

Період	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y	390	457	456	483	428	455	389	463	476	482	493	480
Період	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
y	382	446	495	453	5032 2	488	397	450	468	453	465	472

Таблиця 5

Період	$y$	$t$	$t^2$	$yt$	$y_t$	$y - y_t$	$(y - y_t)^2$
1	390	-23	529	-8970	447,08	-57,08	3258,1264
2	457	-21	441	-9597	447,77	9,23	85,1929
3	456	-19	361	-8664	448,48	7,52	56,5504
4	483	-17	289	-8211	449,17	33,83	1144,4689
5	428	-15	225	-7230	449,88	-21,88	478,7344
6	455	-13	169	-5915	450,57	4,43	19,6249
7	389	-11	121	-4279	451,28	-62,28	3878,7984
8	463	-9	81	-4167	451,97	11,03	121,6609
9	476	-7	49	-3332	452,68	23,32	543,8224
10	482	-5	25	-2410	453,37	28,63	819,6769
11	493	-3	9	-1479	454,08	38,92	1514,7664
12	480	-1	1	-480	454,77	25,23	636,5529
13	382	1	1	382	455,48	-73,48	5399,3104
14	446	3	9	1338	456,17	-10,17	103,4289
15	495	5	25	2475	456,88	38,12	1453,1344
16	453	7	49	3171	457,57	-4,57	20,8849
17	502	9	81	4518	458,28	43,72	1911,4384
18	488	11	121	5368	458,97	29,03	842,7409
19	397	13	169	5161	459,68	-62,68	3928,7824
20	450	15	225	6750	460,37	-10,37	107,5369
21	468	17	289	7956	461,08	6,92	47,8864
22	453	19	361	8607	461,77	-8,77	76,9129
23	465	21	441	9765	462,48	2,52	6,3504
24	472	23	529	10856	463,17	8,83	77,9689
$\Sigma$	10923	0	4600	1613	10923,00	0,00	26536,3516

### Висновки

Прогноз кількості контейнерних перевезень за напрямком Європа–Азія в січні 2003 р. становитиме – 464, а в червні 2003 – 466 контейнерів.

Тепер спробуємо отримати результат явища, яке прогнозується, інтервальними оцінками. Для визначення меж інтервалів використаємо формулу

$$y_t + t_a S_{yt},$$

де  $t_a$  – коефіцієнт довіри за розподілом Стюдента;  $S_{yt}$  – залишкове середнє квадратичне

відхилення від тренду, яке скоректоване за кількістю ступенів вільності  $(n - m)$

$$S_{yt} = \sqrt{\frac{(y - y_t)^2}{(n - m)}},$$

де  $n$  – число рівнів динамічного ряду ( $n = 24$ );  $m$  – число параметрів адекватної моделі тренда (для рівняння прямої  $m = 2$ ).

У нашому прикладі число ступенів вільності дорівнює 22. При довірчій імовірності 0,95 коефіцієнт довіри  $t_a = 2,07$  (за табл. Стюдента [1]).

Тоді

$$y_t \pm S_{y_t} = 463,87 \pm 2,07 \sqrt{\frac{26536,3516}{22}} = \\ = 463,87 \pm 34,73 .$$

Отже, як висновок, з імовірністю 0,95 можна стверджувати, що в наступному періоді – січні 2003 року контейнерних перевезень у напрямку Європа–Азія буде не менше ніж 429, і не більше ніж 498.

Ми бачимо, що при правильному прогнозуванні контейнерних перевезень в межах транспортних коридорів, майже завжди можна очікувати прогнозуємий результат, отже, отримати максимальний економічний ефект.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М, 1980.

2. Бакаев А. А. Міжнародні транспортні коридори України на шляху інтеграції у світову економічну систему / А. А. Бакаев, С. І. Пірожков, В. Л. Ревенко // Стратегічна панорама, 1999. – № 4.
3. Покотілов А. А. Проблемы стратегии и тактики стран содружества по обеспечению интеграции транспортных систем // Проблемы экономики транспорта: Материалы третьей международной научной конференции. 2003.
4. Корнієнко В. П. Развитие контейнерных перевозок на Украине // Проблемы экономики транспорта: Материалы третьей международной научной конференции. 2003.
5. Щербанин Ю. А. Некоторые аспекты развития контейнерных перевозок в мире // Эффективное формирование национальной сети международных транспортных коридоров: Материалы седьмой международной конференции. 2003.

Надійшла до редколегії 22.04.04.