

**Список використаних джерел:**

1. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Заде Л. А. – М. : Мир, 1976. – 168 с.
2. Аникин В. М. Аналитические модели детерминированного хаоса / Аникин В. М. – М. : Физматлит, 2007. – 328 с.
3. Россеева О. Организация эффективного поиска на основе онтологий / О. Россеева, Ю. Загорулько // Труды международного семинара Диалог'2001 по компьютерной лингвистике и ее приложениям. – Аксаково, 2001. – Т. 2. – С. 333–342.
4. Takeda H. Collaborative development and Use of Ontologies for Design / H. Takeda, M. Takaai, T. Nishida // Proceedings of the Tenth International IFIP WG 5.2/5.3 Conference PROLAMAT 98. – Trento, Italy. – September 9–12.
5. Guarino N. OntoSeek: Content-Based Access to the Web. / N. Guarino, C. Masolo, G. Vetere // IEEE Intelligent Systems – 1999. – May/June. – P. 70–80.



УДК 656.022

**А. М. Пасічник**, доктор фізико-математичних наук,  
професор кафедри транспортних систем  
та технологій Академії митної служби України  
**О. М. Клен**, аспірант кафедри  
транспортних систем та технологій  
Академії митної служби України  
**Д. І. Дравненко**, студент кафедри  
транспортних систем та технологій  
Академії митної служби України

**ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ  
ПУНКТІВ ПРОПУСКУ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОГО СПОЛУЧЕННЯ  
ЧЕРЕЗ ДЕРЖАВНИЙ КОРДОН**

*На основі системного аналізу запропоновано методика та проведено прогнозування інтенсивності переміщення автомобільних транспортних засобів у пунктах пропуску через державний кордон України з урахуванням сезонності.*

*Ключові слова: пункт пропуску; пропускна спроможність; прогнозування інтенсивності руху автомобілів; індекси сезонності.*

*Based on a systematic analysis of the technique and conducted forecasting intensity movement of vehicles at checkpoints across the state border of Ukraine taking into account seasonality.*

*Key words: checkpoint; capacity; forecasting traffic cars; seasonality index.*

**Постановка проблеми.** Нині через швидкий розвиток міжнародних відносин зростає значення шляхів сполучення між державами, пропускна спроможність яких обмежена. Причина їх обмеження – не лише конструктивні особливості самих шляхів, але й міждержавні кордони. Основне завдання розвитку транспортно-митної інфраструктури – збільшення пропускної спроможності транспортної мережі та пунктів пропуску через митний кордон як основи реалізації транспортно-транзитного потенціалу країни [1].

© А. М. Пасічник, О. М. Клен, Д. І. Дравненко, 2014

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для успішної реалізації комплексних програм з облаштування та модернізації автомобільних пунктів пропуску митного кордону України важливе значення має розрахунок пропускної спроможності та достовірний прогноз інтенсивності руху через автомобільні пункти пропуску митного кордону України [2; 3]. На основі прогнозних значень і теоретичної пропускної спроможності, яка залежить від кількості смуг руху на кожному пункті пропуску, можна розрахувати ефективність використання пункту пропуску. Отримані результати дають змогу визначити рівень завантаженості та раціональності проведення робіт з реконструкції та модернізації пункту пропуску [4]. Для обробки статистичних даних з інтенсивності переміщення транспортних засобів через митний кордон України застосовується методика статистичного аналізу даних [5; 6].

**Мета статті.** На основі аналізу статистичних даних та методик прогнозування запропонувати методичний підхід та провести дослідження прогнозу інтенсивності переміщення автомобільних транспортних засобів у пунктах пропуску через державний кордон України з урахуванням сезонності.

**Виклад основного матеріалу.** Прогнозування інтенсивності руху через автомобільний пункт пропуску – база для подальших розрахунків з визначення перспективного завантаження ділянок транспортної мережі України та автомобільних пунктів пропуску, а також розробки заходів їх подальшої реконструкції, модернізації й удосконалення технічної оснащеності.

Інтенсивність руху через автомобільний пункт пропуску спрогнозуємо на основі статистичних даних для визначення інтенсивності руху через автомобільний пункт пропуску “Бачівськ” митного кордону України.

Порівняльний аналіз інтенсивності руху через автомобільний пункт пропуску “Бачівськ” за період 2010–2013 рр. наведено в табл. 1.

Таблиця 1

**Інтенсивність руху через АПП “Бачівськ”, авто/добу**

Рік	2010	2011	2012	2013
Місяць				
Січень	548	737,7	1114,5	1399,3
Лютий	465,3	643,4	835,2	1147,5
Березень	575,2	723,4	998,8	998,8
Квітень	944,4	1083,3	1629,4	1629,4
Травень	959,3	1368,1	1612,5	1612,5
Червень	1084,4	1378,1	1891,8	1891,8
Липень	1425,6	1727,8	2310,6	2310,6
Серпень	1625,9	2016,3	2729,1	2729,1
Вересень	1032,9	1475,6	2018	2018
Жовтень	898,7	1308,2	1751,9	1751,9
Листопад	827,6	1192,8	1612,1	1612,1
Грудень	703,5	1191,1	1538,3	1538,3
Середнє значення	924	1237	1670	2138

Для прогнозу інтенсивності руху використаємо середні значення інтенсивності за рік, і за допомогою логарифмічної функції спрогнозуємо значення на наступний рік.

Для прогнозування інтенсивності руху найдоцільніше використовувати логарифмічну функцію. Аналізуючи статистичні дані роботи автомобільних пунктів пропуску митного кордону України, зауважимо, що коливання інтенсивності руху протягом даного періоду майже в усіх випадках нелінійне (стрімке зростання інтенсивності в один рік змінюється незначним коливанням у наступному році, та навпаки). В такому випадку можна стверджувати, що значення інтенсивності руху стабілізується з кожним роком із незначною тенденцією до збільшення або зменшення.

Логарифмічна функція має вигляд:

$$y(x) = a * \ln(x) + b, \quad (1)$$

де  $x$  – номер періоду в часовому ряді (рік);

$y$  – значення середньої інтенсивності руху за певний рік;

$a, b$  – параметри рівняння.

Причому, якщо  $a > 0$ , то динаміка зростання позитивна, якщо  $a < 0$  – негативна. Для розрахунку коефіцієнтів логарифмічної функції (тренду) використаємо функцію Microsoft Excel =ЛИНЕЙН( ) (рис. 1).

Для цього у функцію =ЛИНЕЙН( ) вводимо:

- 1) “ИЗВЕСТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ Y” – середня інтенсивність руху за рік;
- 2) “ИЗВЕСТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ X” – номери періодів, які вводимо, як LN (номери періодів);
- 3) КОНСТАНТА – вводимо 1 для розрахунку коефіцієнта  $b$  рівняння  $y(x) = a * \ln(x) + b$ ;
- 4) СТАТИСТИКА – 1 або 0.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Рік	2010	2011	2012	2013	2014	
2	Номер періоду	1	2	3	4	5	
3	Значення інтенсивності руху	924	1237	1670	2138	2179	
4							
5			a	b			
6			842,6	822,79			

Рис. 1. Розрахунок коефіцієнтів логарифмічного тренду в середовищі Microsoft Excel

Для прогнозу інтенсивності руху на 2014 р. підставимо в логарифмічну функцію (формула 1) замість  $x$  номер періоду, якому відповідає 2014 р.:

$$y(x) = 842,6 * \ln(5) + 822,79 = 2179 \text{ ТЗ/добу.}$$

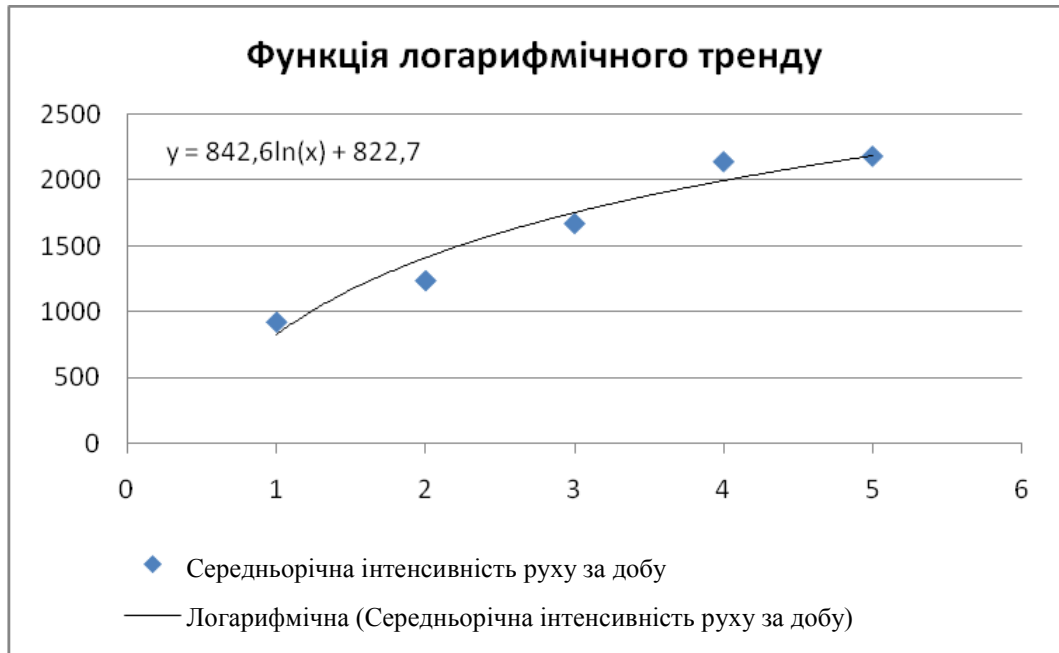


Рис. 2. Функція логарифмічного тренду

Інтенсивність руху за місяцями 2014 р. прогнозуємо із застосуванням індексів сезонності. Способи обчислення індексів сезонності залежать від наявності в рядах динаміки основної тенденції розвитку, для нашого випадку:

$$I_{Si} = \frac{\bar{Y}_i}{\bar{Y}}, \quad (2)$$

де  $I_{Si}$  – індекс сезонності, обчислюється для кожного сезону;  $\bar{Y}_i$  – середній обсяг експорту (імпорту) за однакові середньорічні періоди кількох років (мінімум трьох);  $\bar{Y}$  – загальний середній рівень (середньомісячний) за ряд років.

Індекси сезонності, обчислені за такою методикою, дають змогу розподіляти інтенсивність руху, прогнозовану на наступний рік, за сезонами в середині року. Для цього прогнозоване річне значення показника спочатку розподіляється рівномірно за сезонами (по одній дванадцятій, якщо за сезони обрано місяці). Далі обчислюють добуток середнього сезонного значення показника з рівномірним розподілом та індексу сезонності за відповідний сезон.

Розрахунок індексів сезонності за формулою (2) для побудови “сезонної хвилі” наведено в табл. 2.

Графічно “сезонну хвилю” подано на рис. 3.

На рис. 3 видно, що пік сезонності інтенсивності руху за 4-річний період припадає на 6–8-й місяці (червень–серпень), а спад на 2–3-й місяці (лютий–березень).

**Індекси сезонності інтенсивності руху  
через пункт пропуску “Бачівськ” за 2010–2013 рр.**

Місяць	Інтенсивність руху					Індекс сезонності $I_s$
	2010 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.	Середньомісячна	
1	548	737,7	1114,5	1399,3	950	0,636
2	465,3	643,4	835,2	1147,5	773	0,518
3	575,2	723,4	998,8	998,8	890	0,597
4	944,4	1083,3	1629,4	1629,4	1412	0,946
5	959,3	1368,1	1612,5	1612,5	1557	1,043
6	1084,4	1378,1	1891,8	1891,8	1691	1,133
7	1425,6	1727,8	2310,6	2310,6	2157	1,445
8	1625,9	2016,3	2729,1	2729,1	2508	1,680
9	1032,9	1475,6	2018	2018	1740	1,166
10	898,7	1308,2	1751,9	1751,9	1547	1,036
11	827,6	1192,8	1612,1	1612,1	1393	0,933
12	703,5	1191,1	1538,3	1538,3	1292	0,866
У середньому	924	1237	1670	2138	1492	1,000

$$I_{s_1} = \frac{950}{1492} \approx 0,636, I_{s_2} = \frac{773}{1492} \approx 0,518, I_{s_3} = \frac{890}{1492} \approx 0,597 \quad \text{і т. д.}$$

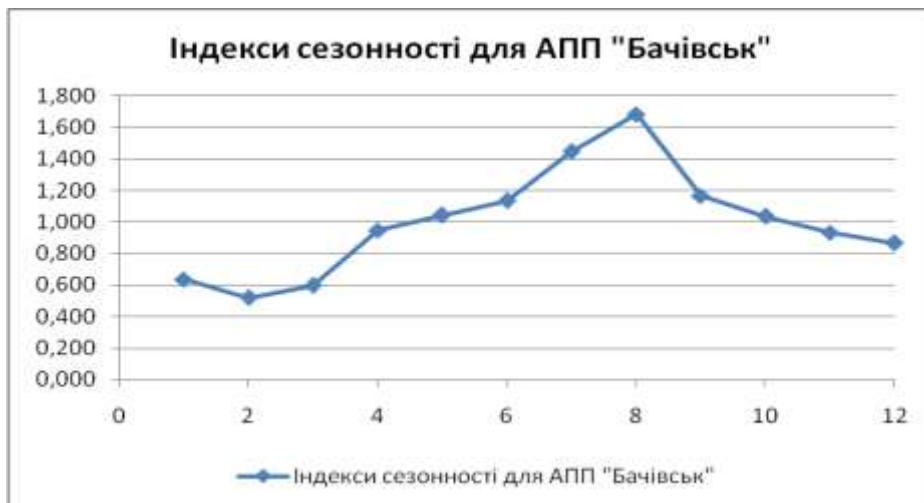


Рис. 3. “Сезонна хвиля” інтенсивності руху  
через пункт пропуску “Бачівськ” в 2010–2013 рр.

Знаючи індекси сезонності, можемо розрахувати точковий прогноз за місяцями на 2014 р. методом множення індексу сезонності  $i$ -го місяця на прогнозовану середньорічну інтенсивність:

$$Y_i = I_{si} * \bar{Y}. \quad (3)$$

Розрахунок прогнозованих значень інтенсивності руху за місяцями у 2014 р. наведено в табл. 3, а діаграму коливань інтенсивності руху для пункту пропуску “Бачівськ” у 2010–2014 рр. подано на рис. 4.

На основі даної методики розраховано прогнозні середньомісячні значення інтенсивності переміщення автомобільних транспортних засобів для 27 інших пунктів пропуску, які обрано за критерієм найбільшої інтенсивності руху протягом 2010–2013 рр. Отримані дані подано в табл. 4.

Таблиця 3

**Прогнозоване значення інтенсивності руху за місяцями для пункту пропуску “Бачівськ” на 2014 р.**

Місяць	Коефіцієнти логарифмічного тренду		Середньорічна інтенсивність руху на 2014 р.	Індекс сезонності $I_S$	Прогноз
	$a$	$b$			
1	842,6	822,79	2179	0,636	1386,905
2				0,518	1128,432
3				0,597	1299,978
4				0,946	2062,1
5				1,043	2273,097
6				1,133	2468,343
7				1,445	3149,534
8				1,680	3661,771
9				1,166	2540,65
10				1,036	2258,426
11				0,933	2033,539
12				0,866	1886,8

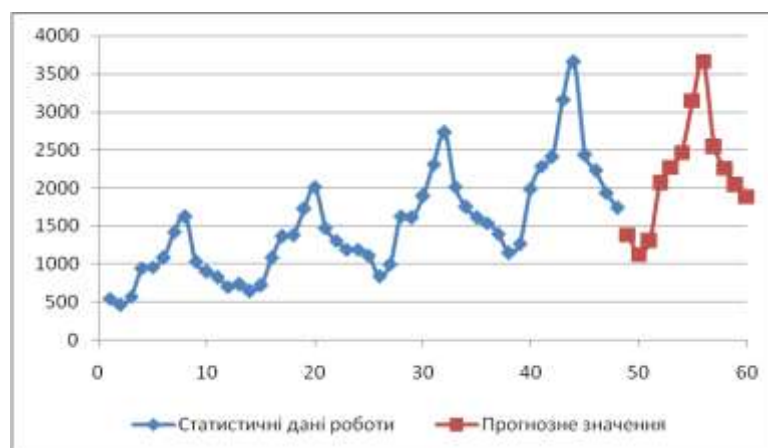


Рис. 4. Середньомісячна інтенсивність руху через пункт пропуску “Бачівськ” у 2010–2014 рр., авто/добу

**Прогнозна середньомісячна інтенсивність руху  
на 2014 р. за місяцями, авто/добу**

Назва пункту пропуску	Прогнозна середньомісячна інтенсивність руху на 2014 р. за місяцями, авто/добу											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бачівськ	1387	1128	1300	2062	2273	2468	3150	3662	2541	2258	2034	1887
Юнаківка	274	292	352	464	490	584	843	991	590	491	434	322
Плетинівка	673	709	933	1166	1231	1385	1720	1936	1390	1281	1153	1067
Чугунівка	106	104	191	174	252	252	311	421	265	260	227	212
Велика Писарівка	256	240	307	461	468	584	873	1021	544	459	390	331
Гоптівка	2410	2380	3077	3510	3754	4319	5664	5551	4587	3767	3435	3118
Должанський	657	650	810	1074	1114	1268	1501	1639	1346	1241	1140	961
Маринівка	227	210	294	424	418	481	506	599	478	487	439	349
Успенка	487	475	580	768	745	906	1028	1186	885	866	775	651
Новоазовськ	612	561	666	904	1046	1385	2006	2336	1626	1160	990	879
Ізварине	866	910	1067	1362	1414	1527	1659	1801	1644	1659	1574	1527
Нові Яриловичі	871	875	1237	1518	1638	1982	3044	3336	2102	1740	1450	1215
Виступовичі	348	354	416	591	669	685	1026	1311	781	787	643	510
Городище	241	250	351	407	529	536	636	788	578	638	526	408
Доманове	830	826	1017	1097	1373	1209	1483	1712	1414	1345	1366	1083
Ягодин	2529	2813	2814	2766	2934	3061	3107	2869	2834	3145	3256	3023
Устилуг	1220	1457	1697	1636	1643	1615	1638	1720	1741	1740	1551	1426
Рава-Руська	2580	3124	3281	2746	3172	3142	3268	3312	3149	3325	3308	2978
Краківець	2797	3167	3588	3074	3455	3563	3812	3825	3748	3853	3925	3576

Шегині	2258	2707	3005	2655	2981	3021	3108	3219	3215	3022	3223	2988
Ужгород	1228	1332	1349	1403	1541	1326	1543	1552	1519	1808	1793	1481
Чоп	1852	1986	2133	2169	2202	2160	2422	2338	2234	2103	1970	1864
Лужанка	1113	1115	1009	1062	1056	1040	1109	1188	1034	999	1091	935
Порубне	1273	1209	1438	1453	1496	1466	1497	1637	1520	1542	1488	1303
Могилів-Подільський	557	482	551	674	620	637	634	730	770	827	821	781
Мамалига	331	286	335	380	346	344	406	552	401	404	363	337
Кучурган	1483	1472	1695	1931	1961	2257	2935	3226	2263	2098	2037	1962
Старокозаче	316	349	415	476	491	706	1295	1641	630	537	595	435

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.** Запропонований підхід до прогнозування на основі логарифмічної функції та індексів сезонності дозволяє розрахувати прогнозні середньорічні та середньомісячні значення інтенсивності переміщення автомобільних транспортних засобів у пунктах пропуску через державний кордон України з урахуванням сезонності. Отримані результати дають змогу оцінити прогнозований рівень завантаженості пункту пропуску та розробити відповідну програму з урахуванням доцільності проведення робіт з його реконструкції та модернізації. В подальшому на основі запропонованого підходу необхідно спрогнозувати обсяги транзитного переміщення вантажів та, відповідно, ефективність використання транзитного потенціалу України.

#### Список використаних джерел:

1. Сучасні транспортно-митні технології міжнародних перевезень товарів : монографія / за ред. А. М. Пасічника. – Дніпропетровськ : АМСУ, 2012. – 288 с.
2. Пасічник А. М. Моделювання та дослідження пропускної спроможності автомобільних пунктів пропуску / А. М. Пасічник, С. П. Шуть, О. М. Клен // Вісник АМСУ. Серія: “Технічні науки”. – 2013. – № 1 (49). – С. 5–11.
3. Пасічник А. М. Алгоритм визначення прогнозної пропускної спроможності автомобільних пунктів пропуску через державний кордон України / А. М. Пасічник, О. М. Клен // Вісник НТУ. Транспортні системи та логістика : в 2-х ч. : Ч. 2. – 2012. – № 26. – С. 236–242.
4. Пасічник А. М. Системний аналіз функціональних характеристик та методика розрахунку пріоритетності пунктів пропуску для реконструкції та модернізації / А. М. Пасічник, О. С. Дем’янцева, О. М. Клен // Вісник АМСУ. Серія: “Технічні науки”. – 2012. – № 2 (48). – С. 5–10.
5. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / Гмурман В. Е. – М. : Высшая школа, 1998.
6. Практикум по теории статистики : учебное пособие / под ред. Р. А. Шмойловой. – М., 2004.