

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**УКРАЇНЬСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ВІСНИК

**економіки транспорту і промисловості
(збірник науково-практичних статей)**

Випуск 44

**The bulletin of transport and
industry economics
№ 44**

Харків – 2013

УДК 656.224-047.72

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ОБСЯГІВ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Божок Н. О., асистент (ДНУЗТ)

В останні роки виникла необхідність у розробці нового теоретико-методичного підходу щодо прогнозування та оновлення парку пасажирських вагонів. Проте для вирішення цього питання необхідна розробка нових принципів прогнозування обсягів пасажирських перевезень. Основною ціллю статті є розробка наукового підходу до прогнозування обсягів пасажирських перевезень на перспективу з урахуванням впливу різних факторів.

Ключові слова: обсяг перевезень, пасажирські перевезення, демографічна ситуація, доходи населення, тарифи на перевезення, швидкість та комфортність перевезень, методи прогнозування, апроксимація, екстраполяція, експоненціальне згладжування.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕМОВ ПАСАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОВ

Божок Н. А., ассистент (ДНУЗТ)

В последние годы возникла необходимость в разработке нового теоретико-методического подхода к прогнозированию и обновлению парка пассажирских вагонов. Однако для решения этого вопроса необходима разработка новых принципов прогнозирования объемов пассажирских перевозок. Основной целью статьи является разработка научного подхода к прогнозированию объемов пассажирских перевозок на перспективу с учетом влияния различных факторов.

Ключевые слова: объем перевозок, пассажирские перевозки, демографическая ситуация, доходы населения, тарифы на перевозки, скорость и комфортность перевозок, методы прогнозирования, аппроксимация, экстраполяция, экспоненциальное сглаживание.

METHODICAL APPROACH TO DETERMINATION OF PERSPECTIVE VOLUMES OF PASSENGER TRAFFIC

Bozhok N. A., associate (DNU of RT)

Introduction. In recent years there was a need of new theoretic and methodical approach of forecasting and updating of passenger cars. However it is necessary to develop the new principles of forecasting of volumes of passenger traffic for the solution of this question. The purpose. Main objective of article is development of scientific approach to forecasting of volumes of passenger traffic for prospect taking into account influence of various factors. Methods and Results. There are four main factors which affect the volume of traffic. It is population, level of its income, change of speed and quality of passenger traffic, size of tariffs for transportation. Change research of these factors made using different methods of forecasting. Such as a method of least squares, a

method of exponential smoothing series, extrapolation method. STATISTICA is used for establishment of dependence of volume of passenger traffic from the specified factors. **Conclusions.** Use of the created methodical approach will allow to consider influence of all factors as much as possible. It will allow to accepted optimum decisions for updating of a rolling stock.

Keywords: volume of transportations, passenger traffic, demographic situation, population income, tariffs for transportations, speed and comfort of transportations, forecasting methods, approximation, extrapolation, exponential smoothing.

Постановка проблеми. У найближчі роки значна кількість парку пасажирських вагонів через їх повний моральний та фізичний знос стане непридатною для подальшої експлуатації. Така ситуація може призвести до того, що Українці не зможе задовольняти постійно зростаючий попит на швидкісні перевезення. Саме тому виникла необхідність у розробці нового теоретико-методичного підходу щодо прогнозування та оновлення парку пасажирських вагонів. Рішення цієї задачі складатиметься з двох частин. По-перше, розробка нових принципів прогнозування обсягу пасажирських перевезень з урахуванням впливу чисельності населення, рівня доходів населення, величини тарифів на перевезення. По-друге, розрахунок потрібної кількості вагонів для забезпечення прогнозних обсягів пасажирських перевезень за рахунок пріоритетного використання швидкісних поїздів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми прогнозування обсягів пасажирських перевезень неодноразово досліджувалися

науковцями. Можна сказати про вагомий вклад в їх вирішення Ю. С. Барапа [4], О. М. Гнєвного [4], О. М. Гудкова [3], О. О. Карась [5], А. А. Ахуленка [1], П. О. Яновського [1], Д. В. Глязкова [2], О. М. Панової [7]. Ці науковці у своїх дослідженнях виділяли ряд факторів, що впливають на обсяги пасажирських перевезень.

Метою даного дослідження є удосконалення наукового підходу до визначення обсягів пасажирських перевезень на базі соціально-демографічних факторів.

Виклад основного матеріалу. Історія розвитку суспільства невід'ємно пов'язана з переміщенням людей з одного місця на інше. Здатність рухатися є необхідною умовою для роботи, навчання, відпочинку і т.п. А вибір засобу переміщення не рідко визначає соціальний статус людини та рівень її доходів.

У теорії прогнозування обсягів пасажирських перевезень можна виділити чотири основні групи чинників, що впливають на їх розмір (рис. 1).

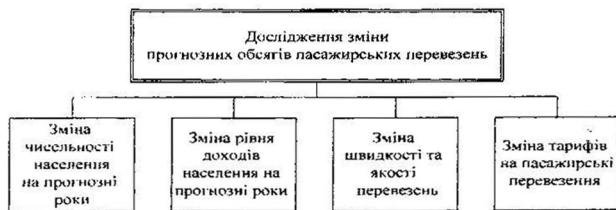


Рис. 1. Вплив факторів на зміну обсягів пасажирських перевезень на прогнозні роки

Дослідження зміни чисельності населення проводиться виходячи з демографічної ситуації у країні, яка є відображенням її соціально-економічного становища за такими напрямками:

- дослідження коефіцієнтів народжуваності, смертності та міграції;
- вибір методу демографічного прогнозування;
- проведення процесу прогнозування згідно з обраним методом;
- перевірка значущості отриманих результатів.

Для демографічного прогнозування використовуємо метод апроксимації, який оснований на тому, що масив даних замінюють простою функцією (лінійною, квадратичною, кубічною або іншою), яка не обов'язково проходить через всі

експериментальні точки, але описує тенденції зміни цих даних та забезпечує мінімум суми квадратів відхилень експериментальних даних від цієї функції [8].

З використанням цього методу можливо знайти аналітичну залежність $f(x)$, таку, яка найкращим чином описує задану систему точок. Найбільш відомим критерієм для задач апроксимації є критерій середньоквадратичних відхилень, який являє собою мінімізацію суми квадратів відхилень експериментальних даних від аналітичної функції $f(x)$ і визначається за заданої множини точок як:

$$\sum_{i=1}^n (f(x_i) - y_i)^2 \Rightarrow \min$$

Проблеми транспортного комплексу України

Вихідні дані для побудови показового ($f(x)$) від номера періоду (x) наведені в табл. 1.
рівняння регресії чисельності населення України

Таблиця 1

<i>Вихідні дані для побудови рівняння регресії</i>				
Рік	№ року (X)	Чисельність населення, тис. осіб ($f(x)$)	Значення рівняння тренда (t)	Квадрат відхилення
1	2	3	4	5
1990	0	51838,5	51838,5	0
1991	1	51944,4	51822,95	14750,48
1992	2	52056,6	51778,12	77550,82
1993	3	52244,1	51704,99	290635
1994	4	52114,4	51604,07	260432,2
1995	5	51728,4	51475,71	63853,36
1996	6	51297,1	51320,16	531,7111
1997	7	50818,4	51137,64	101914,9
1998	8	50370,8	50928,33	310843,7
1999	9	49918,1	50692,39	599525,1
2000	10	49429,8	50429,95	1000291
2001	11	48923,2	50141,12	1483328
2002	12	48457,1	49826,02	1873944
2003	13	48003,5	49484,75	2194094
2004	14	47622,4	49117,39	2234992
2005	15	47280,8	48724,03	2082910
2006	16	46929,5	48304,74	1891298
2007	17	46372,7	47859,61	2210894
2008	18	46143,7	47388,68	1549987
2009	19	45873	46892,04	1038443
2010	20	45690,4	46369,73	461494
2011	21	45634,7	45821,82	35014,27
2012	22	45593,3	45248,36	118986
				19895713,02

Рівняння залежності f від x побудовано автором з використанням стандартної функції Microsoft Excel та має наступний вигляд:

$$f = 51838,5 - 0,003 * 51838,5 * x^{1,957} \quad (1)$$

Перевірку статистичної значущості рівняння регресії виконаємо за допомогою F-критерію та t-критерію [9]. Коефіцієнт детермінації рівняння (1) становить 0,95. Розрахункове значення F-критерію становить 304 при критичному рівні 4,4 [9], а значення t-критерію дорівнює 82,72 при критичному рівні 2,10 [9]. Розрахункові значення критеріїв більші за критичні, що вказує на статистичну значущість рівняння регресії та її коефіцієнтів. Для визначення стійкості тренду використовуємо коефіцієнт рангової

кореляції Спірмена, який розраховується за формулою (2).

$$K_{(n)} = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n}, \quad (2)$$

де d – різниця рангів рівнів досліджуваного ряду і рангів номерів періодів або моментів часу в ряді,

n – число таких періодів або моментів.

Отже, коефіцієнт Спірмена для рівняння (1) дорівнює (- 0,98), що вказує на стійку тенденцію до зниження.

Результати розрахунку прогнозного рівня чисельності населення на період з 2012 по 2020 роки наведені в табл. 2.

Таблиця 2

<i>Прогноз чисельності населення до 2020 року</i>		
ПРОГНОЗ	Рік	Чисельність населення на початок року, тис. осіб
		2013
	2014	44024,97
	2015	43375,15
	2016	42699,97
	2017	41999,46
	2018	41273,68
	2019	40522,67
	2020	39746,45

Для визначення довірчого інтервалу $f(x)$ розраховується сума квадратів відхилень фактичних значень чисельності населення від розрахункових.

Середньоквадратичне відхилення від регресії складає:

$$\sqrt{\frac{19895713,02}{20-2-1}} \approx 1051 \text{ тис. осіб.}$$

Тоді, абсолютна похибка при прогнозуванні чисельності населення складає:

$$\Delta_{\text{вие}} = 2,10 * 1051 = 2207 \text{ тис. осіб.}$$

Отже прогнозовані дані мають значущість.

Рівень доходів є важливим індикатором економічного та соціального стану населення України. Його дослідження має велике значення при розрахунку перспективних обсягів пасажирських перевезень, оскільки чим вище рівень доходів

населення, тим частіше вони будуть здійснювати поїздки у різних напрямках.

Аналіз та прогнозування доходів населення здійснено за допомогою прикладного пакета STATISTICA методом експоненціального згладжування.

Експоненціальне згладжування ряду здійснюється за рекурентною формулою (3):

$$S_t = \alpha * x_t + \beta * S_{t-1} \quad (3),$$

де S_t – значення експоненціальної середньої у момент t ;

α – параметр згладжування $\alpha = \text{const}$, $0 < \alpha < 1$;

$\beta = 1 - \alpha$.

За допомогою прикладного пакету STATISTICA обчислено експоненціальне згладжування та прогноз для заданого ряду динаміки при $\alpha=0,1$, який найбільш усього прийнятний для короткострокового прогнозування. Результати проведеного аналізу представимо у табл. 3.

Таблиця 3

Експоненціальне згладжування та прогноз реального наявного доходу населення

	Рік	Реальний наявний дохід населення, на одну особу за рік, грн. * [10]	Згладжене значення при $\alpha = 0,1$
Вихідні дані	2002	3171,19	4300,21
	2003	3672,32	6434,07
	2004	4825,88	8377,03
	2005	6382,68	10205,54
	2006	8366,03	11968,65
	2007	10906,56	13717,76
	2008	14889,90	15517,90
	2009	15583,64	17530,08
	2010	20043,27	19390,95
	2011	23493,60	21518,22
	Прогноз	2012	
2013			25879,34
2014			27961,14
2015			30042,93
2016			32124,72
2017			34206,51
2018			36288,30
2019			38370,10
2020			40451,89

* реальний наявний дохід населення перераховано у цінах 2011 року

Розмір тарифів на залізничні перевезення досить суттєво впливає на обсяги пасажирських перевезень. Оскільки чим вони вищі, тим менше поїздок буде здійснюватися. На сьогоднішній день у дальньому сполученні розрахунок тарифів базується на фактичній собівартості перевезень пасажирів. При цьому при побудові тарифів враховують наступні чинники:

- відстань перевезення;
- тип пасажирського вагону;
- швидкість перевезень.

У нашому дослідженні вплив тарифів на обсяги пасажирських перевезень досліджуються через середній рівень доходу, що отримує залізниця за 10 пасажиро-кілометрів (дохідна ставка).

Для прогнозування середньої доходної ставки на 10 пас-км у дальньому сполученні встановлена залежність цього показника від номера року. При прогнозуванні використовуються методи авторегресійного аналізу. При побудові рівняння регресії проаналізовані різні форми зв'язку. Якість отриманих рівнянь авторегресії визначається за

Проблеми транспортного комплексу України

допомогою коефіцієнту детермінації та F-критерію. Прогноз середньої доходної ставки на 10 пас-км у дальньому сполученні автор виконує за таким рівнянням тренда:

$$y = -0,54 \times x^2 + 24,18 \times x + 22,84 \quad (4),$$

де x – номер року;

y – середня доходна ставка на 10 пас-км у дальньому сполученні.

Перевірка статистичної значущості рівняння тренда (3) вказує, що воно статично значуще в цілому та значущі всі його коефіцієнти регресії. Коефіцієнт Спірмена для рівняння (4) дорівнює 1, що вказує на пряму тенденцію зростання.

Результати прогнозу середньої доходної ставки на 10 пас-км у дальньому сполученні зведені до табл. 4.

Таблиця 4

Прогноз середньої доходної ставки на 10 пас-км у дальньому сполученні

Рік	Середня доходна ставка на 10 пас-км у дальньому сполученні на прогнозні роки, коп.
1	2
2012	181,72
2013	196,72
2014	210,64
2015	223,48
2016	235,24
2017	245,92
2018	255,52
2019	264,04
2020	271,48

Як бачимо із табл. 4, згідно з виконаним прогнозом досліджуєми показник поступово збільшується.

Для прогнозування кількості перевезених пасажирів на залізничному транспорті у дальньому сполученні встановимо залежність цього показника від чисельності населення, реального наявного доходу та доходної ставки на 10 пас-км.

$$y = f(x_1, x_2, x_3) \quad (5)$$

де y – кількість перевезених пасажирів, тис. осіб.

x_1 – чисельність населення, тис. осіб

x_2 – реальний наявний дохід населення, грн

x_3 – доходна ставка на 10 пас-км, грн

Дані для визначення моделі наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Вихідні дані для прогнозування пасажирообігу на залізничному транспорті у дальньому сполученні

Роки	Кількість перевезених пасажирів, тис. осіб	Чисельність населення, тис. осіб	Реальний наявний дохід на одну особу, грн.	Доходна ставка на 10 пас-км, грн.
1	2	3	4	5
2005	132169,8	47280,8	6123,14	0,5223
2006	135593,5	46929,5	7514,56	0,648
2007	133646,7	46372,7	9791,84	0,8406
2008	134342	46143,7	13263,66	1,0423
2009	119843	45873,0	13898,50	1,4528
2010	128732,1	45690,4	17875,58	1,5106
2011	131875,2	45634,7	20923,85	1,597

Між предикторами x_1 , x_2 та x_3 та залежною змінною y спостерігається тісний зв'язок (коефіцієнт кореляції становить 0,9915). За допомогою модулю Множинна регресія прикладної програми STATISTICA автором побудовано рівняння регресії. Найліпше наближення до фактичних даних виявила така модель:

$$y = -6,6 \times x_1 + 2,4 \times x_2 - 44074 \times x_3 + 454307,5 \quad (6)$$

Коефіцієнт детермінації рівняння регресії (6) становить 0,98, що вказує на близьку до функціональної залежність. Перевірка статистичної значущості рівняння регресії (6) вказує, що воно статично значуще в цілому та значущі всі його коефіцієнти регресії.

На основі рівняння (6) розрахуємо прогнозні значення пасажирообороту (табл. 6).

Розрахунок кількості перевезених пасажирів у дальньому сполученні на прогностичні роки

Роки	Чисельність населення, тис. осіб	Реальний наявний дохід на одну особу, грн.	Доходна ставка на 10 пас-км, грн.	Кількість перевезених пасажирів, тис. осіб
2012	45593,3	23141,86	1,82	128717,50
2013	44649,39	23425,38	1,97	129016,66
2014	44024,97	25311,67	2,12	131053,83
2015	43375,15	27197,95	2,23	135021,57
2016	42699,97	29084,24	2,35	138715,97
2017	41999,46	30970,52	2,46	143018,27
2018	41273,68	32856,81	2,56	147928,12
2019	40522,67	34743,10	2,64	153885,96
2020	39746,45	36629,38	2,71	160450,90

Отже, розрахунок прогностичних обсягів пасажирських перевезень показав, що упродовж наступних років кількість перевезених пасажирів збільшиться майже на 22 %.

Висновки. Таким чином сформований науковий підхід до визначення прогностичних значень обсягів пасажирських перевезень України ґрунтується на формулюванні основних зв'язків та залежностей об'єкта дослідження з іншими економічними процесами, визначенні їх моделі, а потім і прогнозування обсягів пасажирських перевезень з урахування впливу соціально-демографічних факторів. Використання такого підходу до визначення прогностичних значень обсягів пасажирських перевезень дозволить максимально врахувати вплив основних факторів та рівень їх залежності з показниками, що досліджуються та сприятиме прийняттю оптимальних управлінських рішень щодо напрямків придбання нового рухомого складу для пасажирських перевезень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Акуленко А. А., Яновський П. О. Проноз обсягів вантажних і пасажирських перевезень на перспективу до 2020 року / Акуленко А. А., Яновський П. О // Залізничний транспорт України – 2009 - № 6 – с. 41-43.
2. Глазков Д. В. Расчет числа и назначения поездов в дальнем и местном сообщении в зависимости от структуры пассажиропотока дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 / Глазков Дмитрий Владимирович – Москва, 2005, 168 с.
3. Гудков О. М. Організаційно-економічний розвиток пасажирського комплексу залізничного

транспортного комплексу України на основі системного підходу: дис. ... канд. економ. наук: 08.00.04/ Гудков Олександр Миколайович – К., 2009

4. Розробка концепції пасажирського руху на залізницях України в 2008-2015 роках (1 етап): 44-24 / Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. ак. В. Лазаряна; кер. Бараш Ю. С. - Д., 2007 – 62 с. – Виховані: Корженевич І. П.; Гневний О. М.; Копитко В. І.; Мушкінова Т. А.; Карась О. О. - № держреєстрації 0107/U010380;

5. Карась О. О. Формування сучасного механізму управління підприємствами в ринкових умовах (на прикладі пасажирського господарства залізничного транспорту): дис. ... канд. економ. наук: 08.00.04/ Карась Олена Олександрівна – Д., 2008.

6. Комплексна програма оновлення рухомого складу залізничного транспорту України на 2006-2010 роки / Том 1. – К., Вид-во ТОВ „НВП Поліграфсервіс”. – 2006. – 416 с.

7. Панова О. Н. План формування пасажирських поездов при умови задоволення спроста на категорії мест: дис. ... канд. техн. наук 05.22.08 / Панова Ольга Николаевна – Москва, 2001, с. 174

8. Бек Л. В. Теорія статистики: навчальний посібник / Л. В. Бек – К. ЦУЛ, 2003. – 288 с.

9. Жлуктенко В. І. Теорія ймовірностей і математична статистика: Ч. 2 Математична статистика: навчальний посібник / Жлуктенко В. І., Наконечний С. І., Савіна С. С. – К., КНЕУ, 2001. – 336 с.

10. Дані Державного комітету статистики [Електронний ресурс] - <http://www.ukrstat.gov.ua/>

11. Дані Українщини [Електронний ресурс] - <http://uz.gov.ua/>

Рецензент д. е. н., професор ДНУЗТ Бараш Ю. С.
Експерт редакційної колегії к. е. н., доцент УкрДАЗТ Єлагін Ю. В.