



ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 656.025.6

Доля К. В.

доктор технічних наук,

доцент кафедри автомобілів та транспортної інфраструктури,

Національний аерокосмічний університет імені М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

Харків, Україна

E-mail: k.v.dolia@gmail.com**ORCID:** 0000-0002-4693-9158**Доля О. Є.**

кандидат технічних наук,

доцент кафедри інформаційних управляючих систем,

Харківський національний університет радіоелектроніки

Харків, Україна

E-mail: olena.dolya@ukr.net**ORCID:** 0000-0002-0364-988X

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ МАРШРУТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Анотація

У роботі продовжено обстеження побудованої моделі маршрутної мережі пасажирського транспорту. Запропонована у попередніх дослідженнях модель, на відміну від наявних моделей маршрутів пасажирського транспорту, враховує сукупне функціонування маршруту в середовищі маршрутів конкурентів і можливого існування в одному регіоні двох і більше мереж. Параметри функціонування маршруту є важливими при керуванні маршрутом та всією транспортною системою маршрутів пасажирського транспорту. Врахування в моделі системності такого функціонування надає можливість приймати управлінські рішення при врахуванні внутрішніх та зовнішніх факторів впливу на систему та її окремі елементи, у ролі яких можна приймати окремі маршрути. У роботі розкрито частину моделювання роботи автомобільного транспорту. Параметрами для прийняття рішень про керування перевезень прийнято чистий прибуток на маршруті від його функціонування в часі, період окупності проекту із закупівлі засобів транспорту на даний маршрут, чистий дисконтований дохід та витрати на утримання персоналу з обслуговування даного маршруту. Опіраючись на попередні дослідження, ми вважали, що обрані параметри є актуальними для рішення технічних, економічних та соціальних задач при керуванні регіональним транспортом. Проведене моделювання надало змогу встановити моделі окупності проектів, фінансових потоків тощо. Отримані графічні моделі доводять, що при виявленні певного регіону пасажирських перевезень його можна змоделювати та отримати моделі розвитку певних подій. Графічні моделі, імовірно, мають певні закони розподілу розрахованих параметрів. Вивчення можливостей визначення прямих або непрямих впливів факторів функціонування маршруту на його параметри є перспективним напрямом подальшого дослідження. Взаємопов'язаність технічних та економічних параметрів при функціонуванні маршруту транспорту в системі є прямою або безпосередньою та потребує вивчення й моделювання для прийняття вірних управлінських рішень для отримання соціальних або соціально-економічних результатів.

Ключові слова: маршрут, система, транспорт, окупність, прибуток, квартал, моделювання.

Вступ. Транспорт є важливою галуззю розвитку та функціонування певних регіонів. У рамках наукової роботи побудовано модель маршрутної транспортної мережі регіону.

Мета дослідження полягає в отриманні нових знань про функціонування пасажирських маршрутних мереж та удосконалення відомих.

Виклад основного матеріалу дослідження. Отримано результати моделювання параметрів функціонування автомобільної мережі. При моделюванні передбачено зміну вартості засобів транспорту на 50000 умовних одиниць для кожного з розрахунків. Основними показниками роботи транспорту можна вважати чистий

прибуток [1–7], чистий дисконтований прибуток [8–15], витрати на заробітну платню персоналу та період окупності [16–20].

У таблиці 1 зведено відомості розрахунків про моделювання періоду окупності маршрутів автомобільної мережі в межах пасажирської транспортної системи України. Для відображення результатів дослідження в таблицю 1 зведено відомості про маршрути номер 10 та 44. Відомості про результати моделювання інших маршрутів не наведено.

Імовірність окупності на маршруті номер 44 розподілилась на 28 кварталів. Аналіз відповідних даних можна проаналізувати. На цій основі можна побудувати функцію відгуку розподілу імовірності. Отримане рівняння наведено в залежності (1):

$$I_{ki} = -0,2641 + 0,0162 * x - 0,0002 * x^2, \quad (1)$$

де: I_{ki} – імовірність настання окупності маршруту I виду транспорту k маршруту i (у даному випадку маршрут номер 44 автомобільного виду транспорту);

x – квартал.

Таблиця 1. Відомості розрахунків про моделювання періоду окупності маршрутів автомобільної мережі в межах пасажирської транспортної системи України

№ з/п	Квартал, №	Імовірність окупності, k_i	Середній дохід, у.о.*доб.	Пасажиропотік, Q_t пас. кв.
Маршрут № 10				
1	2	3	4	5
1	28	0,0043000	11672608,75	116435
2	27	0,0131300	11672608,75	116435
3	26	0,0282500	11672608,75	116435
4	25	0,0635200	11672608,75	116435
5	24	0,1085600	11672608,75	116435
6	23	0,1661100	11672608,75	116435
7	22	0,2050900	11672608,75	116435
8	21	0,2047200	11672608,75	116435
9	20	0,1349300	11672608,75	116435
10	19	0,0529700	11672608,75	116435
Маршрут № 44				
1	59	0,0007000	15829745,83	259150
2	58	0,0016300	15829745,83	259150
3	57	0,0031000	15829745,83	259150
4	56	0,0026000	15829745,83	259150
5	55	0,0048600	15829745,83	259150
6	54	0,0068300	15829745,83	259150
7	53	0,0051500	15829745,83	259150
8	52	0,0093200	15829745,83	259150
9	51	0,0114900	15829745,83	259150
10	50	0,0192300	15829745,83	259150
11	49	0,0177300	15829745,83	259150
12	48	0,0189800	15829745,83	259150
13	47	0,0325800	15829745,83	259150
14	46	0,0387200	15829745,83	259150
15	45	0,0448400	15829745,83	259150
16	44	0,0506200	15829745,83	259150
17	43	0,0703300	15829745,83	259150
18	42	0,0605900	15829745,83	259150
19	41	0,0748900	15829745,83	259150
20	40	0,0835000	15829745,83	259150
21	39	0,0918600	15829745,83	259150
22	38	0,0703300	15829745,83	259150
23	37	0,0738000	15829745,83	259150
24	36	0,0669500	15829745,83	259150
25	35	0,0512400	15829745,83	259150

Результат аналізу регресії для залежної змінної: $R = 0,68656384$, $R^2 = 0,47136991$, скорегований $-R^2 = 0,45103798$; критерій Фішера – $F(1,26) = 23,184$; імовірна похибка – $p < 0,00005$; стандартна похибка оцінки – $6,0948$.

Чистий прибуток автомобільного маршруту номер 10 розраховано й зведено у таблицю 2.

Аналогічні відомості розрахунку чистого прибутку за маршрутом номер 44 автомобільної маршрутної мережі зведено в таблицю 3.

Оцінку фінансових потоків можна провести за дисконтованим фінансовим потоком. У моделюванні використано ставку дисконту у розмірі 10% та ставку виплат за запозиченим капіталом розміром 10%. Ставка податку на прибуток прийнята в моделюванні в розмірі 1%, амортизаційні відрахування – 10%. Тривалість модельованого

Таблиця 2. Грошовий фінансовий потік чистого прибутку на маршруті номер 10 автомобільної транспортної мережі пасажирських маршрутів

№ кварталу	Розмір грошового потоку чистого прибутку, ЧП у.о.				
	1	2	–	59	60
28	2223401,66	2310070,58	–	6303504,18	6349290,37
27	2282107,23	2370097,03	–	6426025,05	6472537,17
26	2376036,15	2466139,34	–	6622058,45	6669732,06
25	2481706,18	2574186,95	–	6842596,02	6891576,3
24	2610858,45	2706245,14	–	7112141,94	7162719,27
23	2740010,71	2838303,33	–	7381687,86	7433862,24
22	2880904,08	2982366,8	–	7675737,95	7729654,56
21	3033631,58	3138530,67	–	7994486,33	8050291,51
20	3209981,16	3318848,11	–	8362534,93	8420520,78
19	3409844,01	3523207,88	–	8779656,67	8840113,96
18	3621463,5	3739588,81	–	9221314,99	9284389,07

Таблиця 3. Грошовий фінансовий потік чистого прибутку на маршруті номер 10 автомобільної транспортної мережі пасажирських маршрутів

№ кварталу	Розмір грошового потоку чистого прибутку, ЧП у.о.				
	1	2	–	59	60
59	1261402,13	1342129,94	–	5050292,73	5091968,73
58	1273829,99	1354837,42	–	5076383,85	5118214,43
57	1298685,71	1380252,4	–	5128566,08	5170705,84
56	1335969,29	1418374,85	–	5206839,43	5249442,96
55	1360825,01	1443789,83	–	5259021,66	5301934,37
54	1398108,59	1481912,28	–	5337295,01	5380671,48
53	1435392,16	1520034,74	–	5415568,36	5459408,59
52	1460247,88	1545449,71	–	5467750,59	5511900
51	1497531,46	1583572,17	–	5546023,94	5590637,12
50	1534815,04	1621694,63	–	5624297,28	5669374,23
49	1584526,47	1672524,58	–	5728661,75	5774357,05
48	1621810,05	1710647,03	–	5806935,1	5853094,16
47	1659093,63	1748769,49	–	5885208,44	5931831,28
46	1708805,07	1799599,44	–	5989572,91	6036814,09
45	1758516,5	1850429,38	–	6093937,37	6141796,91
44	1808227,94	1901259,33	–	6198301,84	6246779,73
43	1857939,38	1952089,27	–	6302666,3	6351762,55
42	1920078,67	2015626,7	–	6433121,88	6482991,07
41	1969790,11	2066456,64	–	6537486,34	6587973,89
40	2031929,41	2129994,08	–	6667941,92	6719202,41
39	2094153,31	2193618,02	–	6798575,13	6850609,62
38	2168848,13	2269993,47	–	6955389,84	7008353,45
37	2231093,81	2333639,68	–	7086068,76	7139806,63
36	2305788,63	2410015,13	–	7242883,47	7297550,46
35	2392932,58	2499119,82	–	7425833,96	7481584,92
34	2480076,53	2588224,51	–	7608784,45	7665619,38
33	2567220,48	2677329,2	–	7791734,93	7849653,84
32	2666813,56	2779163,13	–	8000821,21	8059978,94
31	2766406,65	2880997,06	–	8209907,48	8270304,04

Таблиця 4. Розподіл чистого дисконтованого прибутку на маршруті номер 10 автомобільної маршрутної мережі, по кварталах імовірної окупності проєкту

№ кварталу	Розмір грошового потоку чистого прибутку, ЧП у.о.				
	1	2	–	59	60
28	2223401,66	2310070,58	–	1659909,5	1671966,44
27	2282107,23	2370097,03	–	1692173,07	1704421,17
26	2376036,15	2466139,34	–	1743794,79	1756348,74
25	2481706,18	2574186,95	–	1801869,22	1814767,26
24	2610858,45	2706245,14	–	1872849,08	1886167,67
23	2740010,71	2838303,33	–	1943828,93	1957568,08
22	2880904,08	2982366,8	–	2021261,51	2035459,43
21	3033631,58	3138530,67	–	2105197,91	2119893,16
20	3209981,16	3318848,11	–	2202116,6	2217386,09
19	3409844,01	3523207,88	–	2311957,78	2327878,07
18	3621463,5	3739588,81	–	2428260,21	2444869,58

проєкту прийнята у розмірі 65 кварталів. Практика демонструє, що тривалість проєкту 65 кварталів – понад 7 років – є терміном експлуатації засобів транспорту в рамках їхньої технічної актуальності. У таблицю 4 зведено відомості розрахунку дисконтованого чистого прибутку маршруту 10 автомобільної маршрутної мережі України.

У таблицю 5 внесені відомості розрахунку чистого дисконтованого прибутку маршруту номер 44 автомобільної маршрутної мережі.

Таблиця 5. Відомості розрахунку чистого дисконтованого прибутку маршруту номер 44 автомобільної маршрутної мережі

№ кварталу	Розмір грошового потоку чистого прибутку, ЧП у.о.				
	1	2	–	59	60
59	1261402,13	1342129,94	–	1318910,95	1329899,79
58	1273829,99	1354837,42	–	1325741,09	1336770,4
57	1298685,71	1380252,4	–	1339401,36	1350511,61
56	1335969,29	1418374,85	–	1359891,77	1371123,43
55	1360825,01	1443789,83	–	1373552,05	1384864,64
54	1398108,59	1481912,28	–	1394042,46	1405476,45
53	1435392,16	1520034,74	–	1414532,87	1426088,27
52	1460247,88	1545449,71	–	1428193,15	1439829,48
51	1497531,46	1583572,17	–	1448683,56	1460441,3
50	1534815,04	1621694,63	–	1469173,97	1481053,12
49	1584526,47	1672524,58	–	1496494,52	1508535,54
48	1621810,05	1710647,03	–	1516984,93	1529147,35
47	1659093,63	1748769,49	–	1537475,35	1549759,17
46	1708805,07	1799599,44	–	1564795,9	1577241,59
45	1758516,5	1850429,38	–	1592116,45	1604724,02
44	1808227,94	1901259,33	–	1619437	1632206,44
43	1857939,38	1952089,27	–	1646757,54	1659688,86
42	1920078,67	2015626,7	–	1680908,23	1694041,89
41	1969790,11	2066456,64	–	1708228,78	1721524,31
40	2031929,41	2129994,08	–	1742379,47	1755877,34
39	2094153,31	2193618,02	–	1776576,66	1790277,14
38	2168848,13	2269993,47	–	1817627,64	1831571,35
37	2231093,81	2333639,68	–	1851836,79	1865983,19
36	2305788,63	2410015,13	–	1892887,78	1907277,4
35	2392932,58	2499119,82	–	1940780,59	1955453,98
34	2480076,53	2588224,51	–	1988673,41	2003630,56
33	2567220,48	2677329,2	–	2036566,22	2051807,14
32	2666813,56	2779163,13	–	2091300,86	2106866,08
31	2766406,65	2880997,06	–	2146035,51	2161925,02

Зміни фінансових потоків чистого прибутку, дискontованого чистого прибутку не відображають витратну частину проєкту із закупівлі засобів транспорту. У таблицю 6 внесені данні розрахунку фінансового потоку, передбаченого для заробітної платні персоналу для обслуговування маршруту номер 10 загального користування автомобільної маршрутної мережі.

У таблицю 7 зведено дані моделювання фінансових потоків витрат на заробітну плату персоналу з обслуговування маршруту номер 44 автобусного маршруту мережі.

Таблиця 6. Фінансовий потік витрат на заробітну платню персоналу обслуговування маршруту номер 10 автобусної маршрутної мережі

№ кварталу	Розмір грошового потоку чистого прибутку, ЧП у.о.				
	1	2	–	59	60
28	2470446,29	2566745,09	–	7003893,53	7054767,08
27	2535674,71	2633441,14	–	7140027,83	7191707,97
26	2640040,17	2740154,83	–	7357842,72	7410813,4
25	2757451,32	2860207,72	–	7602884,46	7657307
24	2900953,83	3006939,04	–	7902379,93	7958576,97
23	3044456,34	3153670,36	–	8201875,39	8259846,93
22	3201004,54	3313740,89	–	8528597,72	8588505,07
21	3370701,76	3487256,3	–	8882762,59	8944768,35
20	3566645,73	3687609,02	–	9291705,48	9356134,2
19	3788715,57	3914675,42	–	9755174,08	9822348,84
18	4023848,34	4155098,68	–	10245905,54	10315987,86

Таблиця 7. Відомості розрахунку фінансового потоку витрат на заробітну плату ЗП персоналу з обслуговування маршруту номер 44 автомобільної маршрутної мережі за кварталами імовірної окупності проєкту

№ кварталу	Розмір фінансового потоку витрат на заробітну плату, ЗП у.о.				
	1	2	–	59	60
1	2	3	4	5	6
59	1261402,13	1342129,94	–	1318910,95	1329899,79
58	1273829,99	1354837,42	–	1325741,09	1336770,4
57	1298685,71	1380252,4	–	1339401,36	1350511,61
56	1335969,29	1418374,85	–	1359891,77	1371123,43
55	1360825,01	1443789,83	–	1373552,05	1384864,64
54	1398108,59	1481912,28	–	1394042,46	1405476,45
53	1435392,16	1520034,74	–	1414532,87	1426088,27
52	1460247,88	1545449,71	–	1428193,15	1439829,48
51	1497531,46	1583572,17	–	1448683,56	1460441,3
50	1534815,04	1621694,63	–	1469173,97	1481053,12
49	1584526,47	1672524,58	–	1496494,52	1508535,54
48	1621810,05	1710647,03	–	1516984,93	1529147,35
47	1659093,63	1748769,49	–	1537475,35	1549759,17
46	1708805,07	1799599,44	–	1564795,9	1577241,59
45	1758516,5	1850429,38	–	1592116,45	1604724,02
44	1808227,94	1901259,33	–	1619437	1632206,44
43	1857939,38	1952089,27	–	1646757,54	1659688,86
42	1920078,67	2015626,7	–	1680908,23	1694041,89
41	1969790,11	2066456,64	–	1708228,78	1721524,31
40	2031929,41	2129994,08	–	1742379,47	1755877,34
39	2094153,31	2193618,02	–	1776576,66	1790277,14
38	2168848,13	2269993,47	–	1817627,64	1831571,35
37	2231093,81	2333639,68	–	1851836,79	1865983,19
36	2305788,63	2410015,13	–	1892887,78	1907277,4

Продовження таблиці 7

1	2	3	4	5	6
35	2392932,58	2499119,82	–	1940780,59	1955453,98
34	2480076,53	2588224,51	–	1988673,41	2003630,56
33	2567220,48	2677329,2	–	2036566,22	2051807,14
32	2666813,56	2779163,13	–	2091300,86	2106866,08
31	2766406,65	2880997,06	–	2146035,51	2161925,02

Відповідні графіки побудовано для проєктів із вартістю закупки засобів автомобільного транспорту 9500000 у.о. Вартість засобів транспорту зумовлює їхню комфортність та привабливість. Водночас вартість засобів транспорту впливає на їхню технічну характеристику безпечності, швидкості, екологічності тощо.

Для забезпечення можливості закупівлі транспортних засобів меншої вартості, не нових автомобілів й відповідності ринку було проведено моделювання для однакових умов при зниженні вартості засобів транспорту на 50000 для кожної розрахункової ітерації.

За отриманими даними можна побудувати графік зміни періоду окупності із імовірністю настання такої окупності, який наведено на рисунку 1.

Таблиця 8. Відомості розрахунків моделювання періоду окупності маршрутів автомобільної мережі в межах пасажирської транспортної системи України при вартості засобів транспорту 9450000 у.о.

№ з/п	Квартал, №	Імовірність окупності, k _i	Середній дохід, у.о.*доб.	Пасажиропотік, Qt пас. кв.
Маршрут № 10				
1	2	3	4	5
1	28	0,0043000	11672608,75	116435
2	27	0,0131300	11672608,75	116435
3	26	0,0282500	11672608,75	116435
4	25	0,0635200	11672608,75	116435
5	24	0,1085600	11672608,75	116435
6	23	0,1661100	11672608,75	116435
7	22	0,2050900	11672608,75	116435
8	21	0,2047200	11672608,75	116435
9	20	0,1349300	11672608,75	116435
10	19	0,0529700	11672608,75	116435
Маршрут № 44				
1	59	0,0007000	15829745,83	259150
2	58	0,0016300	15829745,83	259150
3	57	0,0031000	15829745,83	259150
4	56	0,0026000	15829745,83	259150
5	55	0,0048600	15829745,83	259150
6	54	0,0068300	15829745,83	259150
7	53	0,0051500	15829745,83	259150
8	52	0,0093200	15829745,83	259150
9	51	0,0114900	15829745,83	259150
10	50	0,0192300	15829745,83	259150
11	49	0,0177300	15829745,83	259150
12	48	0,0189800	15829745,83	259150
13	47	0,0325800	15829745,83	259150
14	46	0,0387200	15829745,83	259150
15	45	0,0448400	15829745,83	259150
16	44	0,0506200	15829745,83	259150
17	43	0,0703300	15829745,83	259150
18	42	0,0605900	15829745,83	259150
19	41	0,0748900	15829745,83	259150
20	40	0,0835000	15829745,83	259150
21	39	0,0918600	15829745,83	259150
22	38	0,0703300	15829745,83	259150
23	37	0,0738000	15829745,83	259150
24	36	0,0669500	15829745,83	259150
25	35	0,0512400	15829745,83	259150

Графік розподілу імовірності окупності проекту наведено на рисунку 2.

На рисунку 2 наведено графік окупності проекту із закупівлі засобів транспорту на маршрут автомобільної мережі маршрутів при вартості засобів транспорту 9450000 умовних одиниць.

У таблицю 9 зведено результати моделювання періодів окупності проекту при різних вартостях засобів автомобільного транспорту, що є купівельною спроможністю суспільства.

У таблиці 9 наведено результати моделювання окупності проектів із закупівлі засобів транспорту на автобусні маршрути автомобільної маршрутної мережі номер 10 та номер 44. У моделюванні було прийнято вартість засобів транспорту від 9500000 у.о. до 9050000 у.о. Під час кожного моделювання вартість була зменшена на 50 000 у.о. Зменшення вартості засобів транспорту вплинуло на значення функції розподілу пасажирів між видами транспорту (2). Зменшення вартості призвело до зменшення значення $f(F_k)$ функції комфортності поїздки – складової частини привабливості маршруту.

Водночас періоди окупності маршрутів змінились. Що стосується маршруту номер 10, то окупність становила 28–19 кварталів, а змінилась вона на 26–18 кварталів. Імовірність настання окупності проекту із закупівлі засобів транспорту на маршрут номер 44 приймала істотні значення від 59 до 32 кварталів у першому моделюванні та від 51 до 29 кварталів при останньому моделюванні.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отримано нові знання в теорії пасажирських перевезень на маршрутах загального користування. Доведено, що параметри функціонування маршрутів є результатами роботи системи й залежать від комплексу зовнішніх та внутрішніх впливів. Вдосконалено моделювання маршрутної мережі з урахуванням розширення факторів функціонування маршруту в комплексі факторів, що враховуються одночасно. Можна проводити моделювання маршрутних мереж та визначати їхні параметри функціонування.

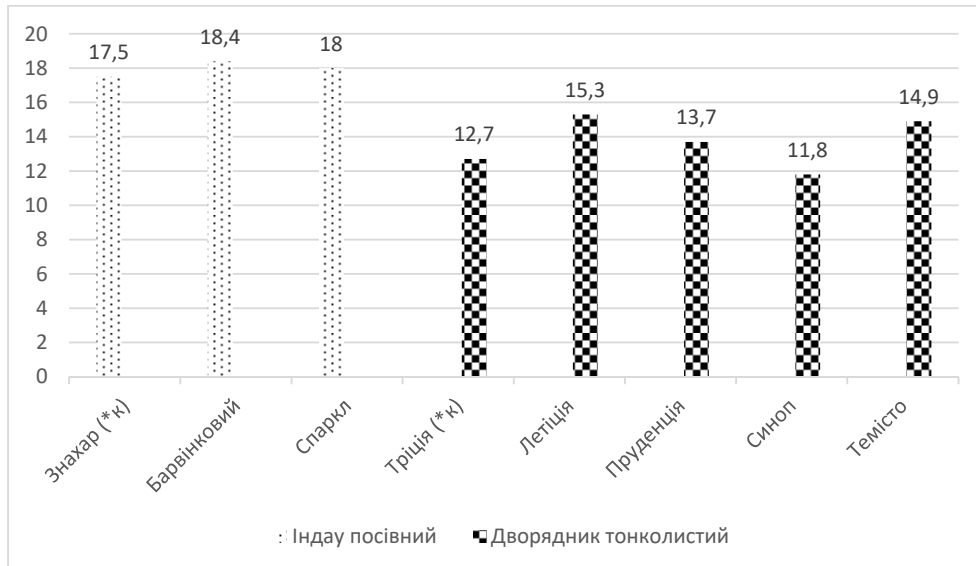


Рис. 1. Графік імовірності окупності проекту

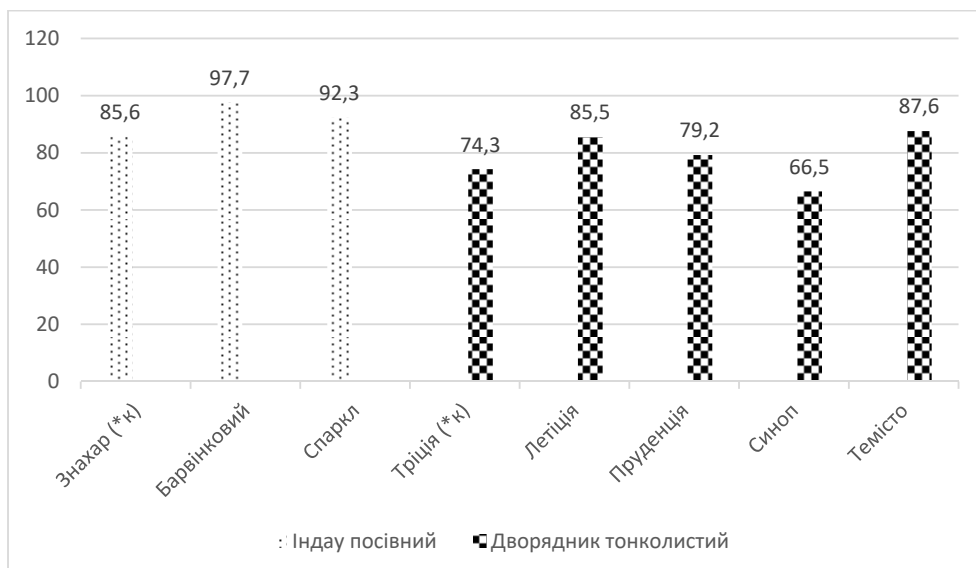


Рис. 2. Розподіл імовірності окупності проекту

Таблиця 9. Імовірність окупності проєкту при зміні вартості транспортних засобів в автомобільній мережі на маршрутах 10 та 44

№ моделювання	Квартал, №	Імовірність окупності, k_1	Імовірність окупності, k_2	Імовірність окупності, k_3
Маршрут № 10				
1	2	3	–	11
Вартість транспортного засобу		9500000	–	9050000
1	28	0,0043	–	–
2	27	0,01313	–	–
3	26	0,02825	–	0,0023300
4	25	0,06352	–	0,0151000
5	24	0,10856	–	0,0326200
6	23	0,16611	–	0,0754400
7	22	0,20509	–	0,1297300
8	21	0,20472	–	0,2189700
9	20	0,13493	–	0,2456900
10	19	0,05297	–	0,1722100
11	18	–	–	0,0813600
Маршрут № 44				
1	59	0,0007	–	–
2	58	0,00163	–	–
3	57	0,0031	–	–
4	56	0,0026	–	–
5	55	0,00486	–	–
6	54	0,00683	–	–
7	53	0,00515	–	–
8	52	0,00932	–	–
9	51	0,01149	–	0,0023300
10	50	0,01923	–	0,0031000
11	49	0,01773	–	0,0040900
12	48	0,01898	–	0,0052900
13	47	0,03258	–	0,0100600
14	46	0,03872	–	0,0093200
15	45	0,04484	–	0,0158600
16	44	0,05062	–	0,0204400
17	43	0,07033	–	0,0311300
18	42	0,06059	–	0,0325800
19	41	0,07489	–	0,0493600
20	40	0,0835	–	0,0588200
21	39	0,09186	–	0,0673600
22	38	0,07033	–	0,0741300
23	37	0,0738	–	0,0903200
24	36	0,06695	–	0,0992000
25	35	0,05124	–	0,1051300
26	34	0,0348	–	0,0798500
27	33	0,02416	–	0,0865900
28	32	0,01258	–	0,0606600
	31	–		0,0410500
	30	–		0,0267800
	29	–		0,0129200

Параметри функціонування транспорту є взаємозалежними. Фінансові потоки не є постійними в часі. Термін окупності проєкту залежить від вартості рухомого складу. Якість засобів транспорту впливає на перерозподіл пасажирів менше, ніж інтервал руху.

Можна розробити модель мережі засобами комп'ютерного моделювання. Встановлено функцію перерозподілу пасажирів між альтернативними маршрутами в рамках розглянутої системи для 2012 року дослідження.

Список використаних джерел

1. COVID-19: Transforming air passengers' behaviour and reshaping their expectations towards the airline industry / A. Afaq, L. Gaur, G. Singh, A. Dhir. Tourism Recreation Research. 2021. № 6. С. 22–39 doi:10.1080/02508281.2021.200821.
2. Comparative study on hybrid linear and nonlinear modeling framework for air passenger traffic forecasting / Y. Bao, D. Yi, T. Xiong, Z. Hu. Advances in Information Sciences and Service Sciences. 2011. № 3 (5). С. 43–254. doi:10.4156/aiss.vol3.issue5.28.

3. The boeing 737 maxreturn to service and competition: How passengers' preferences would change due to the latent fear of flying / A. Bravo, D.R. Vieira, G. Ferrer. *Journal of Modern Project Management*. 2020. № 8 (3). C. 113–123. doi:10.19255/JMPM02510.
4. Cai J., Zhang N. The dynamic correlation between civil aviation passenger traffic volume and its influential factors based on DCC-GARCH model. 2020. № 2. C. 35–46. Doi:10.1007/978-981-13-9406-5_76.
5. Dang Y., Li W. Air passenger flow structure analysis with network view. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*. 2010. № 10 (5). C. 167–174.
6. Dang Y., Song S. Invulnerability analysis of chinese air passenger flow network based on centrality. *Complex Systems and Complexity Science*. 2013. № 10 (1). C. 75–82.
7. Fassiaux S. The difficult balance between the crisis of the aviation sector and air passenger rights in the era of covid-19. Le difficile equilibre entre la crise du secteur de l'aviation et les droits des passagers aeriens a l'ere du covid-19; El difencil equilibrio entre la crisis del sector aéreo y los derechos de los pasajeros en la era de la covid-19. *Revista De Derecho Comunitario Europeo*. 2021. № 68. C. 185–225. Doi:10.18042/cepc/rdce.68.06.
8. Huang F., Peng J., You M. Analyses of characteristics of air passenger group mobility behaviors. *Wuli Xuebao. Acta Physica Sinica*. 2016. № 65 (22). C. 65–75. Doi:10.7498/aps.65.228901.
9. Ida Y. Changes of air passenger distribution patterns in japan. *Japanese. Journal of Human Geography*. 1993. № 45 (3). C. 221–243. Doi:10.4200/jjhg1948.45.221.
10. Jing He.J., Xu L., Ning Guo X. Air passengers' purchasing behavior of specialty products at airport: An empirical study. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series. 2021. № 6. C. 13–17. Doi:10.1145/3503491.3503494.
11. Urban functions of guangzhou and shenzhen focusing on the city network relationship: A comparative analysis on the original places of air passenger flow / G. Leixian, W. Xiaoli, G. Xiaofang, Z. Xuejun, K. Changcheng. *Tropical Geography*. 2021. № 41 (2). C. 229–242. Doi:10.13284/j.cnki.rddl.003323.
12. An analysis and decomposition ensemble prediction model for air passenger demand based on singular spectrum analysis. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian / X. Liang, Z. Guo, Q. Zhang, M. Yang, S. Wang. System Engineering Theory and Practice*. 2020. № (7). C. 1844–1855. Doi:10.12011/1000-6788-2019-1010-12.
13. An integrated forecasting model for air passenger traffic in china based on singular spectrum analysis. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian / X. Liang, H. Qiao, S. Wang, X. Zhang. System Engineering Theory and Practice*. 2017. № 37 (6). C. 1479–1488. Doi:10.12011/1000-6788(2017)06-1479-10.
14. Reyna O.S.S., De La Mota I.F. Complex networks of the air passenger traffic in Culiacan's airport. Paper presented at the 30th European Modeling and Simulation Symposium. 2018. № 18. C. 123–128.
15. Rodríguez-Doncel V., Santos C., Casanovas P.A model of air transport passenger incidents and rights. 2014. № 6. C. 22–41. Doi:10.3233/978-1-61499-468-8-55.
16. Saifei N., Renxu G. The spatial and temporal dimensions of the interdependence between the air passenger industry and regional economy in the yangtze river delta. *Tropical Geography*. 2021. № 41 (2). C. 340–350. Doi:10.13284/j.cnki.rddl.003324.
17. Sharma H. K., Kumari K., Kar S. Short-term forecasting of air passengers based on the hybrid rough set and the double exponential smoothing model. *Intelligent Automation and Soft Computing*. 2019. № 25 (1). C. 1–14. Doi:10.31209/2018.100000036.
18. Valutyè R. Striking a healthier balance between air passenger rights and air carriers' vital interests in the light of COVID-19. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*. 2020. № 8 (2). C. 546–558. Doi:10.9770/jesi.2020.8.2(33).
19. Time-varying forecast averaging for air passengers in china. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System / J. Zhang, Y. Sun, X. Zhang, S. Wang. Engineering Theory and Practice*. 2020. № 40 (6). C. 1509–1519. Doi:10.12011/1000-6788-2020-0443-11.
20. Zuo P., Li H., Liu W. Development of 8 kW charging generator for railway air-conditioned passenger car. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*. 2010. № 31 (2). C. 137–140.

Dolia K. V.

Doctor of Technical Sciences,

*Associate Professor at the Department of Automobiles and Transport Infrastructure,
National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute"*

Kharkiv, Ukraine

E-mail: k.v.dolia@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4693-9158

Dolia O. Ye.

Candidate of Technical Sciences,

*Associate Professor at the Department of Information Management Systems,
Kharkiv National University of Radio Electronics*

Kharkiv, Ukraine

E-mail: olena.dolya@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0364-988X

MODELING OF PASSENGER ROUTE TRANSPORTATION TECHNOLOGY

Abstract

The paper continues the examination of the built model of the passenger transport route network. The model proposed in previous studies, unlike the existing models of passenger transport routes, takes into account the aggregate functioning of the route in the environment of competitors' routes and the possible existence of two or more networks in one region. The parameters of route

operation are important in managing the route and the entire transport system of passenger transport routes. Taking into account the systematic nature of such functioning in the model makes it possible to make management decisions, taking into account internal and external factors of influence on the system and its individual elements, which can be used as individual routes. The paper describes a part of modeling the operation of road transport. The parameters for making decisions on transportation management are the net profit on the route from its operation over time, the payback period of the project for the purchase of vehicles for this route, the net discounted income and the cost of maintaining personnel for the maintenance of this route. Based on previous studies, it is believed that these selected parameters are relevant for solving technical, economic and social problems in regional transport management. The modeling provided an opportunity to establish payback models for projects, financial flows, and others. The resulting graphical models prove that if a certain region of passenger transportation is identified, it can be modeled and models of the development of certain events can be obtained. Graphical models are likely to have certain laws of distribution of the calculated parameters. Investigating the possibilities of determining the direct or indirect effects of route functioning factors on its parameters is a promising area for further research. The interconnectedness of technical and economic parameters in the functioning of a transport route in the system is direct or immediate and requires study and modeling to make the right management decisions in obtaining social or socio-economic results.

Key words: route, system, transport, payback, profit, quarter, modeling.

References

1. Afaq, A., Gaur, L., Singh, G., & Dhir, A. (2021). COVID-19: Transforming air passengers' behaviour and reshaping their expectations towards the airline industry. *Tourism Recreation Research*, doi:10.1080/02508281.2021.200821. [in English].
2. Bao, Y., Yi, D., Xiong, T., Hu, Z., & Zheng, S. (2011). A comparative study on hybrid linear and nonlinear modeling framework for air passenger traffic forecasting. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 3(5), 243–254. doi:10.4156/aiss.vol3.issue5.28. [in English].
3. Bravo, A., Vieira, D. R., & Ferrer, G. (2021). The boeing 737 max return to service and competition: How passengers' preferences would change due to the latent fear of flying. *Journal of Modern Project Management*, 8(3), 113–123. doi:10.19255/JMPM02510. [in English].
4. Cai, J., & Zhang, N. (2020). The dynamic correlation between civil aviation passenger traffic volume and its influential factors based on DCC-GARCH model doi:10.1007/978-981-13-9406-5_76. [in English].
5. Dang, Y., & Li, W. (2010). Air passenger flow structure analysis with network view. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxin/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 10(5), 167–174. [in English].
6. Dang, Y., & Song, S. (2013). Invulnerability analysis of chinese air passenger flow network based on centrality. *Complex Systems and Complexity Science*, 10(1), 75–82. [in English].
7. Fassiaux, S. (2021). The difficult balance between the crisis of the aviation sector and air passenger rights in the era of covid-19. [Le difficile equilibre entre la crise du secteur de l'aviation et les droits des passagers aeriens a l'ere du covid-19; El dificil equilibrio entre la crisis del sector aereo y los derechos de los pasajeros en la era de la covid-19] *Revista De Derecho Comunitario Europeo*, 2021(68), 185–225. doi:10.18042/cepc/rdce.68.06. [in English].
8. Huang, F., Peng, J., & You, M. (2016). Analyses of characteristics of air passenger group mobility behaviors. *Wuli Xuebao/Acta Physica Sinica*, 65(22) doi:10.7498/aps.65.228901. [in English].
9. Ida, Y. (1993). Changes of air passenger distribution patterns in japan. *Japanese Journal of Human Geography*, 45(3), 221–243. doi:10.4200/jjhg.1948.45.221. [in English].
10. Jing He, J., Xu, L., Ning Guo, X., & Hu, Y. (2021). Air passengers' purchasing behavior of specialty products at airport: An empirical study. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series, 13–17. doi:10.1145/3503491.3503494. [in English].
11. Leixian, G., Xiaoli, W., Xiaofang, G., Xuejun, Z., & Changcheng, K. (2021). Urban functions of guangzhou and shenzhen focusing on the city network relationship: A comparative analysis on the original places of air passenger flow. *Tropical Geography*, 41(2), 229–242. doi:10.13284/j.cnki.rddl.003323. [in English].
12. Liang, X., Guo, Z., Zhang, Q., Yang, M., & Wang, S. (2020). An analysis and decomposition ensemble prediction model for air passenger demand based on singular spectrum analysis. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, 40(7), 1844–1855. doi:10.12011/1000-6788-2019-1010-12. [in English].
13. Liang, X., Qiao, H., Wang, S., & Zhang, X. (2017). An integrated forecasting model for air passenger traffic in china based on singular spectrum analysis. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, 37(6), 1479–1488. doi:10.12011/1000-6788(2017)06-1479-10. [in English].
14. Reyna, O. S. S., & De La Mota, I. F. (2018). Complex networks of the air passenger traffic in Culiacan's airport. Paper presented at the 30th European Modeling and Simulation Symposium, EMSS 2018, 123–128. [in English].
15. Rodríguez-Doncel, V., Santos, C., & Casanovas, P. (2014). A model of air transport passenger incidents and rights doi:10.3233/978-1-61499-468-8-55. [in English].
16. Saifei, N., & Renxu, G. (2021). The spatial and temporal dimensions of the interdependence between the air passenger industry and regional economy in the yangtze river delta. *Tropical Geography*, 41(2), 340–350. doi:10.13284/j.cnki.rddl.003324. [in English].
17. Sharma, H. K., Kumari, K., & Kar, S. (2019). Short-term forecasting of air passengers based on the hybrid rough set and the double exponential smoothing model. *Intelligent Automation and Soft Computing*, 25(1), 1–14. doi:10.31209/2018.100000036. [in English].
18. Valutyte, R. (2020). Striking a healthier balance between air passenger rights and air carriers' vital interests in the light of COVID-19. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 8(2), 546–558. doi:10.9770/jesi.2020.8.2(33). [in English].
19. Zhang, J., Sun, Y., Zhang, X., & Wang, S. (2020). Time-varying forecast averaging for air passengers in china. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, 40(6), 1509–1519. doi:10.12011/1000-6788-2020-0443-11. [in English].
20. Zuo, P., Li, H., Liu, W., & Liu, D. (2010). Development of 8 kW charging generator for railway air-conditioned passenger car. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 31(2), 137–140. [in English].