

Доля К.В.

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

Доля О.Є.

Харківський національний університет радіоелектроніки

КОМПЛЕКСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАРШРУТІВ

Транспорт є важливим елементом функціонування суспільства та його економічного стану. Транспорт забезпечує потреби людства у перевезенні людей та вантажів. Потіки пасажирів і вантажів формуються при одночасному урахуванні складності, вартості, часу та швидкості їздки. Визначення закономірностей в системі перевезень пасажирів є важливим завданням для досліджень сучасних науковців. Дослідження потоків в системі пасажирських перевезень є таким завданням і викликає зацікавленість. Перерозподіл пасажирів між маршрутами одного транспорту та її перерозподіл пасажирів між видами транспорту призводить до зміни показників перевезень. Кількість пасажирів перевезених певним маршрутом впливає на інтервал руху, пасажиромісткість, вартість рухомого складу та всі інші технічні та фінансові параметри перевезень. Дослідження сталих пасажирських кореспонденцій між містами, розподіл таких кореспонденцій між альтернативними маршрутами серед маршрутів одного та маршрутами різних видів транспорту є важливим питанням сучасності. Запропоновано запровадити комп'ютерне моделювання формування пасажиропотоків в межах території України. У проведеному дослідженні запропоновано функцію привабливості маршруту, яка на відміну від існуючих враховує час їздки до станції, класність станції (рівень обслуговування на станції), час посадки, інтервал руху засобів транспорту на маршруті, комфортність засобів транспорту, комфортність їздки, вартість їздки, швидкість їздки між станціями, час висадки та час їздки від станції. Визначено, що параметри роботи окремих підсистем (елементів) маршрутних систем транспорту є пов'язаними між собою.

Ключові слова: мережа маршрутів, період окупності, чистий прибуток, пасажир, засіб транспорту, перевезення.

Постановка проблеми. Сучасний стан проблеми полягає в розрахунках параметрів роботи маршруту без урахування його системного функціонування в повній мірі. Попередниками викладено дослідження не в повній мірі враховують й залежність певних результатів роботи маршруту в мережі від інших зовнішніх чи внутрішніх факторів. Такі впливи мають прямий або безпосередній вплив на результати функціонування маршруту. Недостатність вивчення даного питання в системному підході із використанням моделювань і є проблемою сучасної наукової думки в питаннях розвитку та планування роботи транспортних систем при пасажирських перевезеннях на маршрутах загального користування.

Цілю роботи є визначення можливості системного розрахунку параметрів функціонування маршруту загально користування.

Практична значущість. Отримано модель, якою можна прогнозувати та здійснювати заходи планування розвитку проектів із закупівлі засобів транспорту. Отримано модель для визначення стану проекту та його параметрів від зовнішніх й внутрішніх факторів із урахуванням системності

функціонування мереж маршрутів пасажирського транспорту на одній території. Запропонований підхід можна застосовувати до різних регіонів за територіальним охопленням. В роботі отримано результати при спиранні на методи такі як: емпіричний при спостереженні за діючою системою, вивченні системи, вимірюванні її параметрів, комплексний при аналізі літератури, моделюванні мережі, верифікації при аналізі отриманих результатів, первинні методи при вивченні джерел та математичний при отриманні функції.

Аналіз останніх досліджень обсягів перевезень пасажирів. Сучасними науковими [1–8] дослідженнями вивчались питання привабливості маршрутів загального користування.

Часто науковці [9–15] в своїх дослідженнях оглядають один маршрут, або маршрут підвезення пасажирів до певних точок концентрації пасажирів. В даній роботі ми прийmemo такі точки, як і всі інші зупинки, в якості вузлів для моделювання маршрутної мережі. Дослідниками [16–20] до певних точок додано їхню привабливість через коефіцієнт чи в інший спосіб.

Науковцями не в повній мірі визначено мережний вплив маршруту на мережу [17–20], не достатньо встановлено вплив параметрів функціонування маршруту на параметри показників перевезень.

Об'єкт дослідження – процес функціонування пасажирських транспортних систем в межах України.

Предмет дослідження – пасажирські транспортні системи, формування потоків пасажирів, перерозподіл пасажирів між альтернативними маршрутами в одному та багатьох видах транспорту.

Мета статті – визначення параметрів елементів маршрутної системи в моделі маршрутної мережі на прикладі України та їх дослідження. Для отримання поставлених задач в роботі було використано методи наукового дослідження: емпіричний при спостереженні за діючою системою, вивченні системи, вимірюванні її параметрів, комплексний при аналізі літератури, моделюванні мережі, верифікації при аналізі отриманих результатів, первинні методи при вивченні джерел та математичний при отриманні функції.

Виклад основного матеріалу. Висвітлюються основні положення і результати наукового дослідження, особисті ідеї, закономірності, зв'язки, тенденції, опис експерименту, методика отримання та аналіз фактичного матеріалу, особистий внесок автора в досягнення і реалізацію основних висновків тощо. Даний розділ може бути розбитим на підрозділи. Подання заголовку підрозділу здійснюється наступним чином:

Моделювання функціонування залізничної мережі проведено із зміною вартості рухомого складу від 9500000 умовних одиниць до 9050000 умовних одиниць із інтервалом 50 000 умовних одиниць (у.о.).

Моделювання вартості рухомого складу відображає можливості певного регіону до розвитку галузі перевезень пасажирів. Вартість рухомого складу впливає на екологічну складову перевезень, безпекові можливості засобу транспорту, комфортність користування транспортом та інші параметри.

Вартість засобів транспорту впливає на перерозподіл пасажирів у запропонований спосіб перерозподілу потоків в попередніх роботах.

Вартість засобів транспорту впливає не лише на показники привабливості певного транспорту параметрами комфортності їзди, а й впливає на технічні параметри засобів транспорту.

До технічних параметрів можна віднести системи безпеки їздки, швидкісні характеристики,

особливості витрат палива, типи палива та інші параметри.

Зміна параметрів експлуатації засобів транспорту та параметрів комфортності їздки впливає на значення функції перерозподілу пасажирів.

Фактичні параметри функції перерозподілу пасажирів прямопропорційно впливають на дохідну частину фінансового ресурсу проекту із закупівлі засобів транспорту, рух фінансових потоків, в частині їхнього розміру, впливає на фінансові параметри й може призводити до змін дисконтованого чистого прибутку.

Окрім фінансових характеристик перевізників – суб'єктів господарювання, які є учасниками проектів із придбання засобів транспорту на маршрут загального користування є й характеристики регіону перевезень та організації проекту.

На суб'єктів господарювання – перевізників впливає регіон їхнього функціонування. Факторами впливу на проект закупівлі засобів транспорту є:

а) соціально-економічний стан розвитку населення, яким обумовлюється купівельна спроможність пасажирів, кількість пересувань, середня дальність маршрутної їздки, вплив вартості на перерозподіл потоків пасажирів.

б) регіональні (державні) фактори розвитку галузі, до таких параметрів можна віднести:

А. ставку дисконту,

В. відсоткові виплати по запозиченому капіталу,

С. податкове навантаження на фінансові ресурси,

Д. підтримка населення у реалізації потреби в пересуванні засобами впровадження соціального тарифу та в інші способи.

Вище зазначене демонструє вплив вартості на кількість пасажирів, вплив умов запозичення капіталу й інші фактори комплексного (системного) впливу факторів середі функціонування проекту на сам проект й основні параметри його функціонування.

Основними параметрами функціонування засобів транспорту на маршруті загального користування, придбаними суб'єктом господарської діяльності для отримання прибутку можна віднести змінні в часі поквартально:

а) чистий прибуток,

б) дисконтований чистий прибуток,

с) витрати на утримання персоналу,

д) період окупності (T_o).

У випадку функціонування суб'єкта господарської діяльності для виконання функцій отри-

мання прибутку ми можемо віднести зазначені параметри до основних. Маються випадки виконання перевезень для забезпечення потреб населення у переміщенні і тому фінансові параметри не є можливими для визначення доцільності функціонування.

При функціонуванні засобів транспорту для забезпечення соціальних потреб населення на певному маршруті, як правило, фінансові потреби суб'єкта господарювання забезпечуються за рахунок бюджету.

В таблицю 1 зведено відомості про моделювання періоду окупності маршруту 62 залізничної маршрутної мережі.

Середній дохід виражено в умовних одиницях в добу (у.о.*доб.), пасажиропотік – Qt обсяг пасажирів в квартал (пас. кв.)

На рисунку 1 наведено графіки окупності проекту із закупівлі засобів транспорту на маршрут номер 62 залізничної маршрутної мережі,

За даними табл. 1 та рис. 1 можна спостерігати, що період окупності проекту має значні відмінні від кварталу до кварталу значення та залежить від вартості засобів транспорту.

Термін окупності проекту має імовірність настати з 43-го по 112-й квартал. Можна спостерігати найбільші імовірності настання окупності в межах від 0,05 в моделюванні при зменшенні вартості засобів транспорту від 500000 умовних одиниць в кварталі від 56-го до 68-го.

Грошові фінансові потоки при експлуатації різних маршрутів є відмінним й рух чистого прибутку на маршруті номер 62 залізничної маршрутної мережі зведено в таблицю 2.

Таблиця 1

Відомості розрахунків про моделювання періоду окупності в залізничній межі пасажирської транспортної системи України.

№ з/п	Квартал, №	Імовірність окупності, к	Середній дохід, у.о.*доб.	Пасажиропотік, Qt пас. кв.
Маршрут № 62				
1	112	0,0007	252093	4481
2	110	0,00077	252093	4481
3	108	0,00086	252093	4481
4	106	0,00094	252093	4481
5	104	0,00103	252093	4481
6	103	0,00113	4531	0,00113
7	101	0,00125	4541	0,00125
8	100	0,00135	4551	0,00135
9	98	0,00149	4561	0,00149
10	97	0,00161	4571	0,00161
11	96	0,00176	4581	0,00176
12	94	0,00192	4591	0,00192
13	93	0,00207	4601	0,00207
14	92	0,00225	4611	0,00225
15	91	0,00243	4621	0,00243
16	90	0,00262	4631	0,00262
17	89	0,00283	4641	0,00283
18	88	0,00305	4651	0,00305
19	87	0,00327	4661	0,00327
20	86	0,00352	4671	0,00352
21	85	0,00376	4681	0,00376
22	84	0,00402	4691	0,00402
23	83	0,00320	4701	0,00320
24	82	0,00451	4711	0,00451
25	81	0,00480	4721	0,004800
26	80	0,01052	4741	0,01052
27	79	0,00574	4751	0,00574
28	78	0,00607	4761	0,00607
29	77	0,01319	4781	0,01319
30	76	0,00712	4531	0,00712
31	75	0,01335	4541	0,01335
...
60	46	0,01432	252093,33	5571
61	45	0,01240	252093,33	5621
62	44	0,00885	252093,33	5671

На рисунку 2 наведено графіки зміни фінансових потоків чистого прибутку в проектах із закупівлі засобів транспорту на маршрут номер 62 залізничної маршрутної мережі при зміні вартості засобів транспорту. Кожне моделювання включає діапазон можливого настання окупності проекту при зміні вартості засобів транспорту. Імовірно, що проект досягне періоду окупності з 42-го по

113-й квартали, тобто 70 варіантів й так 11 моделювань. В цілому отримано понад 700 варіантів можливого параметру фінансового потоку чистого прибутку. 700 графіків на одному рисунку унеможливають візуальне сприйняття моделювання. На рисунку 2 наведено графіки фінансового потоку чистого прибутку в проектах із закупівлі засобів транспорту на маршрут номер 62 залізничної

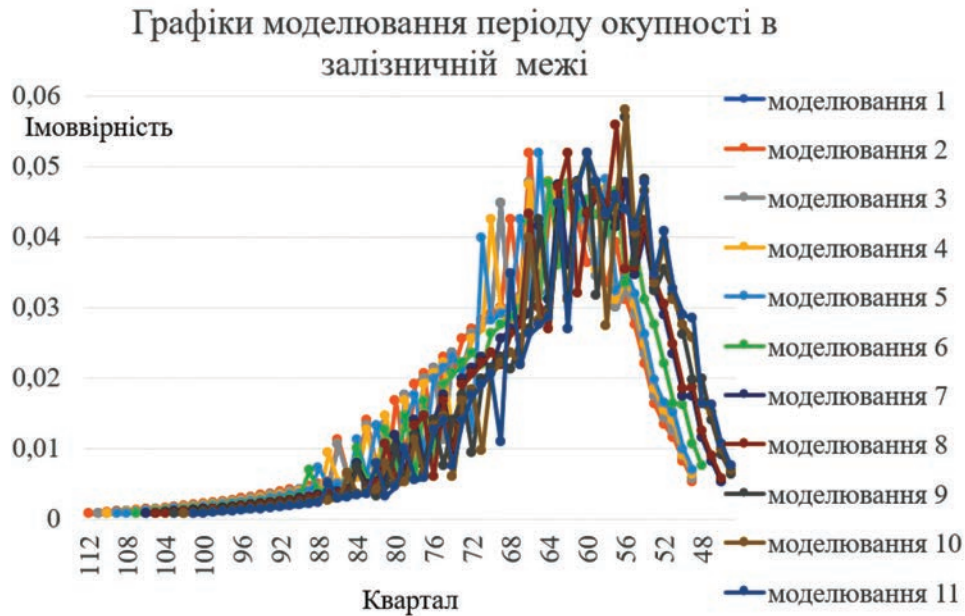


Рис. 1. Графіки окупності проекту із закупівлі засобів транспорту на маршрут номер 62 залізничної маршрутної мережі

Джерело: розроблено авторами.

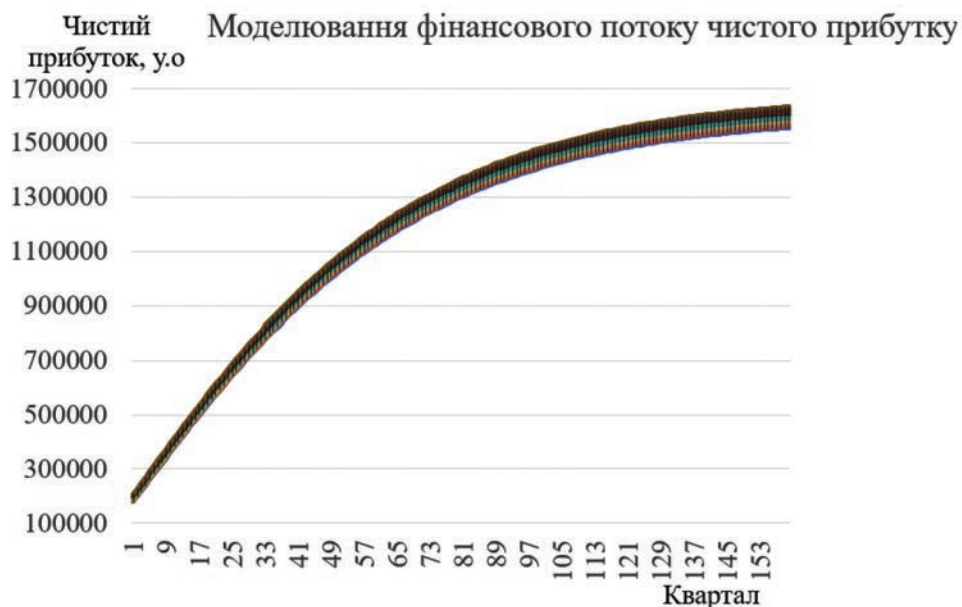


Рис. 2. Графіки зміни фінансових потоків чистого прибутку в проектах із закупівлі засобів транспорту на маршрут номер 62 залізничної маршрутної мережі при зміні вартості засобів транспорту



Рис. 3. графік розподілу чистого прибутку у другому кварталі кожного з моделювань

Таблиця 2
Грошовий фінансовий потік чистого прибутку на маршруті номер 62 залізничної транспортної мережі пасажирських маршрутів

№ кварталу окупності	Розмір грошового потоку чистого прибутку по кварталах, ЧП у.о.			
	1	–	159	160
113	180078,11	–	1557823,24	1558974,9
111	183425,55	–	1566576,77	1567733,2
109	186772,99	–	1575330,29	1576491,5
107	190120,42	–	1584083,81	1585249,8
...
46	524900,78	–	2465930,47	2467571,7
45	538294,29	–	2500973,57	2502634
44	551687,80	–	2536016,67	2537696,2
43	568429,69	–	2579820,54	2581524,1
42	585171,57	–	2623624,41	2625351,9

маршрутної мережі. На рисунку моделювання в умовах вартості засобів транспорту 9350000 у.о., що вплинуло на отримання імовірності окупності проекту з 42-го по 113-й квартал.

На рисунку 2 зображено графіки зміни чистого прибутку з першого по 160-й квартали. Тривалість проекту складає до 160-и кварталів. Проект із окупністю понад 160 кварталів не є актуальним. На рисунку графіки, що відповідають настанню окупності з 98-го по 113-й квартали.

Припустимо, що між фактором чистого потоку й фактором кварталу є кореляційний зв'язок. Для перевірки висунутої теорії було обрано розмір фінансового потоку в другому розрахунковому

кварталі. Згідно із табличними даними окупність проекту розподілиться між 42-м та 113-м кварталами, а розмір чистого прибутку прийме значення від першого до сто шести десятого кварталу. На рисунку 3 наведено графік розподілу чистого прибутку у другому кварталі кожного з моделювань.

Моделювання окупності проектів по закупівлі засобів транспорту було проведено й отримано, що такий проект для 6-го маршруту залізничної мережі окуповується в інтервалі з 42-го по 113-й квартали. Згідно із моделюванням імовірно настання окупності проекту 62-го маршруту залізничної мережі в інтервалі з 42-го по 113-й квартали, тобто на протязі 71-го кварталу. Модель розраховує проекти на залізничному транспорті для 160-и кварталів, тобто період окупності має настати в інтервалі від 1-го до 160-го кварталу. Модель надає відомості про імовірність окупності проекту більшу ніж 0,001, бо менша імовірність не задовільною для урахування.

Згідно із таблицею 11 факт настання окупності проекту настане 71-н раз із імовірністю понад 0,001 в інтервалі від 42-го до 113-го кварталу. За результатами моделювання отримано, що проект імовірно прийме параметри при яких настане період окупності у 71 – варіанті. 71 варіант розвитку подій при яких настає період окупності понад 0,001 й в інтервалі від 1-го до 160-го кварталу наведено в таблиці 11. При цьому кожен з цих 71-го проектів має певний рух фінансових ресурсів поквартально й ми маємо можливість побудови графіка. Винайдемо функцію відгуку чистого прибутку від кварталу настання окупності проекту.

Ймовірні функції зведено в таблицю 3.

Таблиця 3

Імовірні функції відгуку з величинами достовірності їхньої апроксимації

№ квар- талу окуп- ності	Розмір грошового потоку чистого прибутку по кварталах, ЧП у.о.			
	1	...	159	160
113	180078,11	...	1557823,24	1558974,9
111	183425,55	...	1566576,77	1567733,2
109	186772,99	...	1575330,29	1576491,5
107	190120,42	–	1584083,81	1585249,8
...
46	524900,78	–	2465930,47	2467571,7
45	538294,29	–	2500973,57	2502634,0
44	551687,80	–	2536016,67	2537696,2
43	568429,69	–	2579820,54	2581524,1
42	585171,57	–	2623624,41	2625351,9

З даних таблиці 3 можна стверджувати, що можна знайти кореляцію між кварталом окупності та чистим прибутком. Поліноміальна залежність є такою, що має найбільше значення величини достовірної апроксимації.

При цьому не можна стверджувати, що To (час/квартал/рік) безпосередньо впливає на ЧП (у.о.), й не можна стверджувати, що To (час/квартал/рік) є фактором прямого чи зворотного впливу на ЧП (у.о.). Через пасажиропотік (Qt пас. кв.) дохідна частина проекту (D) формується із урахуванням тарифу на перевезення (у.о.*км.) та проектних витрат (C) в часі. Цим можна описати, що ЧП залежить від фактору часу не безпосередньо, а через фактор результату взаємовпливу факторів витрат та доходу в часі. Не можна на даному етапі розвитку науки стверджувати, що на To (час/квартал/рік) безпосередньо впливає ЧП (у.о.). сучасна наука й притика не в повній мірі визначає, що може впливати на To (час/квартал/рік).

Можна припустити, що To (час/квартал/рік) через результати комплексного впливу набору факторів впливає на ЧП (у.о.), який демонструє певні характеристики проектів.

З точки зору запозичення капіталу у сторонніх осіб або з власних ресурсів чистий дисконтований дохід є показником, що демонструє доцільність провадження проекту як і період окупності та інші.

Грошові фінансові потоки дисконтованого чистого прибутку при експлуатації маршрутів залежить від ставки дисконту. Маршрут 62 залізничної мережі має достатню імовірність окупності в 42-му 113-му кварталах. Таким чином

мається 71 проект розвитку проекту при якому настає окупність проекту. Для кожного проекту розраховано поквартально й дисконтований чистий прибуток. Всього проект із закупівлі засобів транспорту розраховується на 160 кварталів.

Ресурси життєвого циклу проекту на залізничному транспорті із закупівлі засобів транспорту обмежені технічним станом самих засобів транспорту. Вік засобів транспорту понад 160 кварталів призводить до їхнього зношення часом та пробігом. Рух фінансового ресурсу – дисконтованого чистого доходу наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Грошовий фінансовий потік дисконтованого чистого прибутку на маршруті номер 62 залізничної транспортної мережі пасажирських маршрутів

№ кварталу окупності	Розмір грошового потоку дисконтованого чистого прибутку по кварталах, ДЧП у.о.			
	1	...	159	160
113	180078,1	...	37861,99	37889,98
111	183425,5	...	38074,74	38102,84
109	186772,9	...	38287,49	38315,71
107	190120,4	...	38500,23	38528,58
...
46	524900,7	...	59777,50	59817,48
45	538294,2	...	60628,74	60669,18
44	551687,8	...	61479,98	61520,88
43	568429,6	...	62544,02	62585,51
42	585171,5	...	63608,07	63650,14

Чистий дисконтований прибуток розраховано із урахування, що розмір ставки дисконту дорівнює 0,1.

На рисунку 4 наведено графік ДЧП у другому кварталі проектів при досягненні періоду окупності.

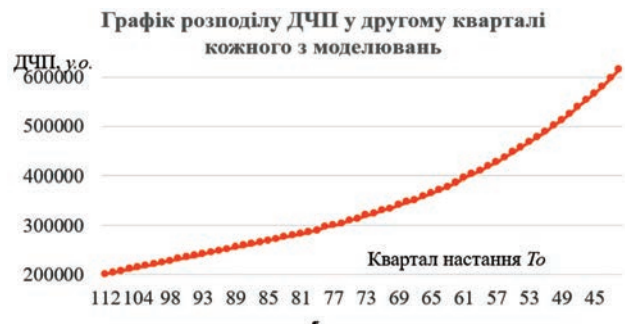


Рис. 4. Графік ДЧП у другому кварталі проектів при досягненні періоду окупності

На рисунку 4 наведено графіки зміни ДЧП у другому кварталі проектів окупності витрат на придбання засобів транспорту на маршрут номер 62 залізничної маршрутної мережі, який, імовірно, також має кореляцію між факторами. В таблицю 5 зведено функції відгуку з величинами достовірності їхньої апроксимації ДЧП від T_0 .

Таблиця 5

Імовірні функції відгуку з величинами достовірності їхньої апроксимації

Тип функції	Функція	Величина апроксимації, R^2
Експоненціальна	$y' = 190184e^{0,0169x}$	0,9844
Лінійна	$y' = 5914,9x + 154061$	0,9353
Логарифмічна	$y' = 100823\ln(x) + 23081$	0,6416
Поліноміальна	$y' = 90,081x^2 + 59,653x + 218469$	0,9945
Ступенева	$y' = 124264x^{0,304}$	0,7695

де x – квартал окупності проекту, T_0 (год./квартал/рік);
 y – чистий прибуток, ЧП (у.о.).

Величина достовірної апроксимації (R^2) в поліноміальній фікції є кращою за інші значення величини достовірності апроксимації. Можна зробити висновок про наявність поліноміального зв'язку між факторами ДЧП та T_0 . Однак, фактори не можуть впливати один на одного безпосередньо і тому фізичний сенс у даній залежності відсутній.

В таблицю 6 введено відомості про грошовий фінансовий потік витрат на утримання персоналу на маршруті номер 62 залізничної транспортної мережі пасажирських маршрутів.

Таблиця 6

Грошовий фінансовий потік витрат на утримання персоналу на маршруті номер 62 залізничної транспортної мережі пасажирських маршрутів

№ кварталу окупності	Розмір грошового потоку дисконтованого чистого прибутку по кварталах, ДЧП у.о.		
	1	...	160
113	615828,46	...	1727741,61
112	631044,97	...	1737473,06
111	646261,49	...	1747204,52
109	665282,13	...	1756935,97
107	684302,77	...	1766667,43
...
46	584456,01	...	2739922,75
45	599337,69	...	2778859,52
44	614219,36	...	2817796,29
43	632821,46	...	2866467,26
42	651423,56	...	2915138,23

Встановлено, що в проектах з довшим терміном окупності менші витрати на утримання персоналу й навпаки. Витрати на утримання персоналу C_n , імовірно має кореляцію з T_0 , можливість наявності такої кореляції ми перевіримо.

Висновки. Доведено, що між елементами маршрутної мережі існують взаємозалежності. З отриманих графічних відображень розподілу фінансових потоків отримано математичні моделі розрахунку фінансових параметрів проекту від кварталу функціонування такого проекту.

За результатами дослідження доведено, що певні кількісні значення мережі є такими, що підлягають прогнозуванню їхньої кількісної величини та мають ознаки розподілу в часі відповідно до математичних законів.

Список літератури:

1. Dolya, C. Modeling of passenger transport correspondence between regional centers in Ukraine. *Technology Audit and Production Reserves*. 2017. 1(2(33)), 44–48. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.93458>.
2. Dolya K. V. Gravity Model Formalization for Parameter Calculation of Intercity Passenger Transport Correspondence. *SCIENCE & TECHNIQUE*. 2017. Т. 16, №. 5. Р. 437–443.
3. Dolia K., Davidich Y., Dolia O., Lyfenko S., Uhodnikova O. Modeling of polygons of maximum passenger route transport accessibility by the example of the transport system of Ukraine. *Technology Audit and Production Reserves*. 2017. 6(2(38)), 28–33. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2017.115219>
4. Боцман А. Визначення гравітаційної моделі та її параметрів для прогнозування кількості відвідувачів торговельних об'єктів на прикладі міста Харків / Анастасія Боцман, Костянтин Доля, Олена Доля, Сергій Лифенко // *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2018. N 1 (81). С. 96–102. DOI: 10.26642/tn – 2018 – 1 (81) – 96–102.
5. Dolya K. Management of Freight Transport Projects in Cities in Assessing Their Effectiveness / K. Dolya, A. Botsman, O. Dolia, S. Lyfenko // *Software Engineering*. 2016. Vol. 6, No. 2. P. 63–68. DOI: 10.11648/j.se.20180602.15
6. Доля К. Дослідження закономірностей функціонування системи міжміських пасажирських перевезень / К. Доля, О. Доля // *Вчені записки таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2020. N 2 31(70). С. 85–90.

7. Доля О., Доля К. Імітаційне моделювання параметрів функціонування проектів залізничних перевезень. *Комунальне господарство міст*. 2020. №. 1(154). С. 133–137.
8. Aparicio A. Exploring Recent Long – distance Passenger Travel Trends in Europe. *Transportation Research Procedia*. 2016. Vol. 14. P. 3199–3208.
9. Markus F. Functional Structuring of Road Networks. *Transportation Research Procedia*. 2017. Vol. 25. P. 568–581.
10. Mandir E. Potential of Traffic Information to Optimize Route and Departure Time Choice: dissertation / Mandir Eileen. Stuttgart, 2012. URL: <https://d-nb.info/102687744X/34>
11. Aparicio A. Exploring the Sustainability Challenges of Long – distance Passenger Trends in Europe. *Transportation Research Procedia*. 2016. Vol. 13. P. 90–99.
12. Investigations on the distribution of air transport traffic and CO2 emissions within the European Union / Alonso G., Benito A., Lonza L., Kousoulidou M. // *Journal of Air Transport Management*. 2014. Vol. 36. P. 85–93.
13. Hasiak S. Questioning the Relevance of Regional Bus and Train for Low Traffic Flow through a Sustainable Approach / Hasiak S., Rabaud M. // *Transportation Research Procedia*. 2016. Vol. 14. P. 1287–1295.
14. Tuaycharoen N. Bangkok Bus Route Planning API / Tuaycharoen N., Sakcharoen A. // *Procedia Computer Science*. 2016. Vol. 86. P. 441–444.
15. Fornalchuk Y. The model of correspondence of passenger transportation on the basis of fuzzy logic / Y. Fornalchuk, A. Bilous, I. Demchuk // *ECONTECHMOD: an international quarterly journal on economics of technology and modelling processes*. 2015. Vol. 4. P. 59–64.
16. Horbachov P. New Conception of Modeling Needs of the Population in Commuting. *Dnipropetrovsk national university Bulletin*. 2009. Vol. 27. P. 210–214.
17. Grosche T. Gravity models for airline passenger volume estimation / T. Grosche, F. Rothlauf, A. Heinzl. // *Journal of Air Transport Management*. 2007. № 13. P. 175–183.
18. Rwakarehe E. Development of a Freight Demand Model for the Province of Alberta Using Public Sources of Data / E. Rwakarehe, M. Zhong, J. Christie // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014. Vol. 138. P. 695–705.
19. Two-dimensionally constrained disaggregate trip generation, distribution and mode choice model: Theory and application for a Swiss national model / [M. Vrtic, P. Fröhlich, N. Schüssler et al.] // *Transportation Research Part A Policy and Practice*. 2007. Vol. 41, №. 9. P. 857–873.
20. Bierlaire M. BIOGEME: a freepackage for the estimation of discrete choice models / M. Bierlaire // Paper presented at the 3rd Swiss Transport Research Conference, Ascona, Switzerland, March 19–21. Ascona, 2003. URL: <https://infoscience.epfl.ch/record/117133>

Dolia K.V., Dolia O.Ye. COMPLEX MODELING OF THE ROUTE FUNCTIONING

Transport is an important element of the functioning of society and its economic condition. The problem of researching transportation systems is the cost of such research. It is impossible to conduct an experiment to study changes in passenger flows on routes when the cost of traveling on the route itself or on competitors' routes changes, because such experiments will have their own monetary impact on society and on transport enterprises. It is also difficult to conduct experiments on the state of the system when changing rolling stock, which is also very expensive given the existing scientific interest. A significant cost for the financial burden on transport enterprises or societies can significantly affect the financial flows of the manufacturer or society, and therefore such experiments and conclusions from experiments are not fully conducted, which can lead to uncertainty of actions at certain stages of the project development for the operation of a vehicle on the route. To prevent the occurrence of uncertainties, scientists have proposed modeling certain processes of the route operation. The disadvantages of this approach are that its actual implementation is limited to simulating a certain set of factors. As a result, the obtained models largely consider one route and the impact of one or two factors on it. The proposed model of the transport route network takes into account the interconnectedness of the simultaneous operation of many types of transport and their routes in the network. For the first time, an integrated approach to the study of transport processes is proposed, taking into account the dependence of economic indicators on technical ones and vice versa. The modeling of the route network of the entire region of Ukraine with simultaneous operation of water, air, road and rail transport is carried out.

Key words: route network, payback period, net profit, passenger, means of transit, transportation.