

**Доля К.В.**

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

**Доля О.Є.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

## СИСТЕМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАРШРУТІВ

*Планування перевезень та розвитку інфраструктури транспорту впливає на розвиток регіонів в економічному та соціальному напрямку. Проекти із закупівлі засобів транспорту є над актуальним питанням з часів початку індустріалізації та переходу суспільства до глобальних економік. В роботі вважається, що зміна в часі чистого прибутку, терміну періоду окупності, витрат та чистого дисконтованого прибутку є параметрами, що відображають доцільність впровадження таких проектів. Системність функціонування транспорту й залежність проектних параметрів від багатьох внутрішніх та зовнішніх факторів значно ускладняє дослідження. Метою дослідження є визначення можливості моделювання маршрутної мережі та розраховувати проектні параметри при врахуванні особливостей видів транспорту при їхньому одночасному функціонуванні. Для досягнення цілі було використано методи математичного та комп'ютерного моделювання, але не тільки. Наукова проблематика є у тому, що питання системного розгляду процесу функціонування перевезень не здійснювалась. В роботі розкривається гіпотеза можливості моделювання системи пасажирських маршрутів із урахуванням їхньої взаємопов'язаності та взаємного впливу. Основні економічні та технічні параметри функціонування різних маршрутів впливають один на одного та можливі до моделювання. Ціль та задачі дослідження полягають в створенні моделі маршрутної мережі при врахуванні різних типів транспорту, їхнього взаємного функціонування, моделюванні параметрів чистого прибутку, періоду окупності, витрат, дисконтованого чистого прибутку. В результаті роботи доведено можливість створення певного моделювання, проведення розрахунків проектних параметрів та визначення їх взаємовпливу.*

**Ключові слова:** транспорт, проект, ресурс, авіатransпорт, залізничний транспорт, авто-транспорт, транспортна мережа, маршрутна мережа, транспортна система, чистий прибуток, витрати, дисконтований прибуток, період окупності.

**Постановка проблеми.** Питання розвитку інфраструктури транспорту часто є питанням наукової думки сучасників. Транспортна інфраструктура забезпечує потреби суспільства та виробництва в переміщенні [1–5]. Вартість кінцевих послуг та навантаження на соціум є доволі цікавим питанням сучасності [6–8] і є важливим в соціальному, економічному та культурному розвитку населення [9–15].

**Аналіз останніх досліджень обсягів перевезень пасажирів.** Сучасні наукові дослідження завдань перевезень пасажирів значною мірою торкаються й автомобільного транспорту. У приведеному аналізі останніх наукових досліджень висвітлюється актуальність такого питання й його багатогранність. В роботі [1] розкривали питання якості обслуговування пасажирів до початку їздки. Авторами Запропоновано основу теорії еволюційних ігор для вирішення проблеми динамічної взаємодії пасажирів під час обслуговування. Розглядаються сценарії нескінченної та кінцевої

сукупності відповідно. Результати моделювання, проведеного авторами, вказують на те, що піші прогулянки є першим вибором для пасажирів за комфортної погоди, а таксі – першим вибором у несприятливу погоду.

Питаннями вивчення впливу привабливості автомобільного транспорту для пасажирів, із досягненням мети збільшення кількості пасажирів займалися й інші вчені. Так, в роботі [2] розглянуте питання розрахунку обсягів пасажирських перевезень із зазначенням першочерговості визначення таких параметрів для планування діяльності всього виробничого процесу таких перевезень. В роботі [3] викладено результати дослідження можливості залучення до роботи водіїв з питань їхніх власних характеристик характеру та поведінки. Встановлено, що водії мають певні психологічні профілі властивості яких впливають на стиль керування, що у свою чергу має задовольняти умовам визначеним при перевезенні пасажирів. Вивчення особливостей

поведінки водіїв міських водіїв у гірських містах за допомогою методу отримання GPS та порівняльного аналізу значення швидкості руху шести легкових автомобілів. Результати показують, що: звички різних водіїв у процесі водіння не однакові, експеримент із трьох моделей типу «Залишитися постійно», «Прискорення переваги», «Швидко та повільно»; завдяки своїм властивостям, в процесі водіння, діапазон швидкостей легкового автомобіля не великий. Авторами роботи [4] розглянуто вплив характеристик маршрутної мережі на привабливість виду транспорту. Запропоновано методу розрахунку маршрутної мережі далекого сполучення в умовах коливання пасажиропотоків. Робота охоплює такі питання, як якісне визначення маршрутної мережі далекого сполучення, задачі розрахунку маршрутної мережі пасажирських. Можна стверджувати, що зазвичай подібні задачі вирішується як статичні, тобто при розрахунку не враховуються коливання пасажиропотоку за певний проміжок часу. Це призводить або до збільшення пробігу вільних місць, або до їх дефіциту, оскільки пасажиропотік розподіляється нерівномірно по днях тижня. Якщо задачу розрахунку маршрутної мережі пасажирських поїздів сформулювати як динамічну, тобто змодельовати її з урахуванням коливань пасажиропотоку в часі та врахувати нерівномірність пасажиропотоку в прямому та зворотному напрямках, це призведе до підвищення ефективності використання рухомого складу.

Роботи [5–6] висвітлюють такі питання, як моделювання розподілу пасажирів опираючись на час очікування залізничних пасажирів на основі відстані руху поїзда. Час очікування пасажирів на вокзалі показує позитивну кореляцію між середнім часом очікування та відстанню руху поїзда. Результати, що відображають відмінність відстаней руху поїздів, можуть стати теоретичною основою для оптимізації параметрів прибуття пасажирів залізницею. Також, описано питання загальної структури для інтелектуальної залізничної пасажирської станції інтелектуальної залізничної пасажирської станції.

Авторами робіт [7, 8] описано методики розрахунку максимальної кількості пасажирів залізничної пасажирської станції. Визначено, що залізнична мережа незупинно збільшується, а тому буде побудовано багато нових залізничних пасажирських станцій й дуже необхідно вивчати теорії побудови залізничних пасажирських станцій, якими обумовлено, що максимальна кількість пасажирів є ключовим параметром для проек-

тування пропускної здатності залізничної пасажирської станції. У статті досліджуються існуючі методи розрахунку, які включають метод зібраних коефіцієнтів, метод графів і номерів поїздів одностороннього методу, імовірнісний метод, метод найгіршої ситуації та метод моделювання, крім того, дає запропоноване значення їхніх параметрів. Попереднє дослідження в основному зосереджувалося на аспекті управління залізничною або пасажирською організацією, які ігнорували їх взаємодію.

Дослідження питання моделі оцінки ризику безпеки для інформаційних технологій залізничної системи та її застосування в системі залізничних пасажирських квитків в роботі [9]. Авторами роботи [10] розроблено методологію вибору транспортного плану міжміських поїздів у мережі залізниць за допомогою методу аналітичного процесу ієрархії. В роботах [11, 12] було запропоновано підходи до розрахунку кількості пасажирів поліпшенням нейронної мережі та її застосуванням в прогнозуванні кількості пасажирів на залізниці під час весняного фестивалю.

В роботах авторів [13–14] розкрито метод коригування використання колій прибуття та відправлення на залізничних пасажирських станціях на основі часово-просторових ресурсів. Моделюється задача коригування схеми використання шляхів прибуття та відправлення на основі дискретизації часово-просторових ресурсів треків прибуття та відправлення з точки зору мікроскопічного опису. В роботах авторів [15–16] було розглянуто інші питання актуальні для пасажирських залізничних перевезень.

Подібні питання й підходи до їхнього вирішення вже було висвітлено в роботах сучасників [17–18]. Авторами роботи [19] запропоновано підхід до визначення пропускної здатності аеропорту та коливань пасажиропотоку за допомогою введеного ними індексу авіапасажирів.

Індекс авіапасажирів (API): Встановлення значення  $X_t$  як пасажиропотік аеропорту за одиницю періоду, API для цього періоду визначається як  $X_t^*$ :

$$X_t^* = \frac{X_t - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

де  $X_{\min}$  та  $X_{\max}$  – мінімальна та максимальна кількість авіапасажирів за одиницю часу відповідно, тоді як  $X_t^*$  коливається від 0 до 1.

Рівень індексу авіапасажирів (LAPI): Набір  $\{p_1, p_2, p_3 \dots p_t\}$  це набір послідовності API з кількох одиниць часу. Після кластеризації створений кластер  $\{N_t\}$  це сукупність об'єктів даних.

Коли період API становить 1 місяць, і місячний API аеропорту складає  $X_t^*$ , рівень індексу авіапасажирів (LAPI) виводиться як:

$$N_{x_t^*} = \left\{ \begin{array}{l} 1, p_t \in (0, i) \\ 2, p_t \in (i, j) \\ 3, p_t \in (j, k) \\ \dots \\ N, p_t \in (\theta, 1) \end{array} \right\} \quad (2)$$

де  $p_1, p_2, p_t \in$  одиницями часу, тоді як  $i, j, k, \theta \in$  граничними значеннями кластера.

Інформаційну ентропію можна використовувати для вимірювання ступеня невизначеності системи (або ступеня впорядкованості). Виводиться за такою формулою:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n P(x_i) \log_2 P(x_i) \quad (3)$$

де  $P(x_i)$  – ймовірність вибірки  $x_i$ , і  $n$  – кількість зразків.

Можна помітити, що чим менше ймовірність виникнення події, тим вищі значення інформаційної невизначеності та ентропії. Авторами запропоновано прийняти спільний розподіл ймовірностей випадкового вектору  $(X, Y)$  буде  $p_{ij}$ , потім двовимірна спільна ентропія вектора  $(X, Y)$  є:

$$H(X, Y) = -\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} \log p_{ij} \quad (4)$$

**Метою роботи** є визначення можливості системного розрахунку параметрів функціонування маршруту загалом 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.

**Результат дослідження.** Побудовано комп'ютерну модель маршрутної мережі. Для моделювання використано маршрутну мереж України. Маршрутна мережа України складається з маршрутів автомобільного залізничного, авіаційного та водного транспорту. На рисунку 1 наведено вікно розробленої комп'ютерної моделі пасажирської транспортної системи України

Запропонована модель дозволяє використовувати й змінювати параметри витрат палива, вартість палива, місткість засобу транспорту.

Зазначена модель має можливість одночасного розподілу пасажирів між автомобільною, залізничною, авіаційною та водною мережами транспорту.

Місткість засобу транспорту – загальна пасажиромісткість, в транспорті міжміського сполучення загальна пасажиромісткість дорівнює кількості місць для сидіння (*од*).

Витрати палива вимірюються літрами на сто кілометрів (*л/100км*) та кіловатами на 100 км (*Квт/100км*) при використанні електричного двигуна.

Вартість засобів транспорту, ціни на паливо, вартість проїзду вимірюються умовними одиницями (*у.о.*), вартість проїзду під час моделювання вимірюється умовними одиницями за кілометр (*у.о.\*км.*).

В дослідженні прийнято, що в обласних центрах розміщуються вузли графової моделі. При-

| Авто                     | ЖД                       | Авіа                     | Sea                      |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 40                       | 45                       | 10                       | 5                        |
| Ціна одного літра палива | Ціна одного літра палива | Ціна одного літра палива | Ціна одного літра палива |
| 60                       | 3                        | 3                        | 3                        |
| Лінійні витрати палива   | Лінійні витрати палива   | Лінійні витрати палива   | Лінійні витрати палива   |
| 30                       | 100                      | 100                      | 100                      |
| Місткість, авто          | Місткість, жд            | Місткість, авіа          | Місткість, sea           |
| 55                       | 40                       | 100                      | 40                       |

Рис. 1. Вікно розробленої комп'ютерної моделі пасажирської транспортної системи України

йнято, що Київ – вузол номер 1, Харків – 2, Дніпро – 3, Одеса – 4, Львів – 5, Запоріжжя – 6, Полтава – 7, Суми – 8, Чернігів – 9, Кропивницький – 10, Черкаси – 11, 12 – Вінниця, 13 – Тернопіль, 14 – Рівно, 15 – Житомир, 16 – Хмельницький, 17 – Луцьк, 18 – Івано-Франківськ, 19 – Чернівці, 20 – Миколаїв, 21 – Херсон, 22 – Ужгород, 23 – Донецьк, 24 – Луганськ, 25 – Симферопіль (Севастопіль для водного транспорту). Загально отримано 25 вузлів й дуги між певними вузлами.

В процесі моделювання було використано й такі відомості: кількість маршрутів певного виду транспорту (од.), швидкість руху (км./год.) транспортних засобів в певній мережі, ставка податку на додану вартість, ставка амортизаційних відрахувань, ставка на прибуток, відсоткові виплати по тілу кредиту, величини дисконту, тривалість проекту (в кварталах), вартість транспортного засобу (у.о.), вартість проїзду (км.\*у.о.), середній коефіцієнт заповнення салону, коефіцієнт супротиву довжини їздки, відстань між вузлами (км.), вартість постійних (зарплата ті інш.) та змінних (шини та інш.) витрат змінюється при зміні вартості палива.

Отримано результати розрахунків. Отримано номер маршруту, квартал імовірного настання терміну окупності проекту із закупівлі засобів транспорту для цього маршруту, розмір фінансового ресурсу отриманого від функціонування даного маршруту (поквартально в у.о.).

Відповідні параметри розрахунків забезпечили можливість розрахунку варіантів настання періоду окупності проектів із закупівлі засобів транспорту на маршрут. На рисунку 13 наведено приклад розрахунків періоду окупності залізничного маршруту № 19. Відповідно до отриманих результатів залізничний маршрут окупиться в період з 21 по 31 квартал. Імовірність окупності проекту у 24 кварталі 0,2089. Імовірність окупності проекту найбільша у 24 кварталі, імовірність менше ніж 0,0001 відсотка не виводиться на монітор і не висвічується, вважається, що така ймовірність є над малою і не становить уваги. Імовірність виникає як наслідок властивостей пасажиропотоку, який є стохастичною величиною і може коливатись відповідно до нормального закону розподілу. Одночасно, підчищення значень потоку не є запорукою зменшення періоду окупності.

Вплив коливань потоку на період окупності проекту може мати й інші значення і приймати значніший діапазон окупності. Результати роботи мережі генеруються в окремий файл. Можна отримати узагальнені відомості про маршрут. Маршрут 5 прокладено між вузлами 2, 3, 21, 20 та 4 в одному

напрямку їздки та між вузлами 4, 20, 21, 3 та 2 в зворотному напрямку руху. На маршруті номер 5 обсяг перевезень між вузлом 2 та 3 складає 654 пасажери за добу, а на маршруті 4 обсяг перевезень між вузлами 2 та 3 складає 8 пасажирів в добу. Це зумовлено функцією перерозподілу пасажирів між маршрутами, імовірно у даному випадку має значний вплив при перерозподілу значна різниця в інтервалі руху і тому  $f(I_i)$  – функція від інтервалу руху засобів транспорту на маршруті з залежності (1) здійснює такий вплив. Розрахунок висвітлює й значення про кількість пасажиромісць на маршруті –  $q$  (пас.), об'єм перевезень на маршруті за пік, у даному випадку генеруються значення за добу  $Q_{доб}$  (пас.), довжина маршруту  $L_m$  (км), швидкість сполучення на маршруті  $V_m$  км.год., проектна місткість засобу транспорту  $q$ , кількість розрахована засобів транспорту на маршруті  $A$ , інтервал руху в годинах та хвилинах, коефіцієнт заповнення салону статичний  $\gamma_c$  та динамічний  $\gamma_d$ .

Відстані між вузлами розраховуються для визначення багатьох параметрів, а саме: довжина маршруту, відстань їздки, змінні витрати період часу, інтервал руху, час їздки та інші параметри. Під час програмування було використано й інші параметри.

Здійснено моделювання мережі при наступних параметрах: частка автомобільних перевезень 39%; залізничних 51%; авіаційних 10%; вартість автомобільного палива  $C_A$  50 у.о.; витрати палива автомобільним транспортом  $Q_{НА}$  30 л/100 км; місткість автобусу  $q_A=55$  од.; ставка податку на додану вартість 0,01; ставка амортизаційних відрахувань 10; ставка податку на прибуток 10; величина ставки дисконту 10; річні відсоткові виплати по заповненому капіталу; тривалість проекту від 60 до 160 кварталів; частка пасажиропотоку в залізничній мережі 51%; вартість Кв.год.  $C_{ж}$  3 у.о.; витрати палива на пересування  $Q_{ЗТ}$  100 Кв., місткість вагону  $q_{зм}$  40 од., вартість авіаційного палива 3 у.о.; витрати палива в авіаційній мережі  $Q_{АВ}$ ; місткість літака  $q_{АВ}=55$  од.; вартість автобусу 10 000 000 у.о.; тариф в автомобільній мережі 1 у.о.; вартісті вагону 30 000 000 у.о.; тариф на проїзд 2 у.о.; вартість літака 1 000 000 000 у.о.; тариф на перельот 5 у.о.

Для встановлення зав'язків між параметрами мережі було проведено моделювання десять разів при зміні вартості засобів транспорту на 50 000 у.о. за результатами складено відповідні таблиці 1 та складають основу подальших досліджень.

Отримано результати моделювання параметрів функціонування автомобільної мережі. При моделюванні передбачено зміну вартості засобів

**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 |

транспорту на 50 000 умовних одиниць для кожного з розрахунків. Основними показниками роботи транспорту можна вважати чистий прибуток, чистий дисконтований прибуток, витрати на заробітну платню персоналу та період окупності.

В таблиці 1 зведено відомості розрахунків про моделювання періоду окупності маршрутів автомобільної мережі в межах пасажирської транспортної системи України.

Імовірність окупності на маршруті номер 44 розподілилась на 28 кварталів. Аналіз відповідних даних можна проаналізувати й побудувати функцію відгуку розподілу імовірності.

Оцінку фінансових потоків можна провести за дисконтованим фінансовим потоком. В моделюванні використано ставку дисконту у розмірі 10% та ставку виплат по запозиченому капіталу розміром 10%. Ставка податку на прибуток прийнято в моделюванні в розмірі 1% та амортизаційні відрахування – 10%. Тривалість модельованого проекту прийнято у розмірі 65 кварталів. Практика, демонструє, що тривалість проекту 65 кварта-

лів – понад 7 років є терміном експлуатації засобів транспорту в рамках їхньої технічної актуальності. В таблицю 4 зведено відомості розрахунку дисконтованого чистого прибутку маршруту 10 автомобільної маршрутної мережі України.

Імовірно настання окупності проекту із закупівлі засобів транспорту на маршрут номер 44 автомобільної маршрутної мережі в кварталі з 31-го по 59-й.

Зміну фінансових потоків чистого прибутку, дисконтованого чистого прибутку не відображають витратну частину проекту із закупівлі засобів транспорту. В таблицю 1 зведено данні розрахунку фінансового потоку передбаченого для заробітної платні персоналу для обслуговування маршруту номер 10 загального користування автомобільної маршрутної мережі.

Вартість засобів транспорту обумовлює їхню комфортність та привабливість, одночасно вартість засобів транспорту впливає на їхню технічну характеристику безпечності, швидкості, екологічності та інших параметрів.

#### Список літератури:

1. Aparicio A. Exploring Recent Long distance Passenger Travel Trends in Europe *Transportation Research Procedia*. 2016. № 14. С. 3199–3208.
2. Aparicio A. Exploring the Sustainability Challenges of Long distance Passenger Trends in Europe *Transportation Research Procedia*. 2016. № 13. С. 90–99.
3. Hasiak S., Rabaud M. Questioning the Relevance of Regional Bus and Train for Low Traffic Flow through a Sustainable Approach *Transportation Research Procedia*. 2016. Т. 14. С. 1287–1295.
4. Tuaycharoen N., Sakcharoen A., Cha – aim W. Bangkok Bus Route Planning API *Procedia Computer Science*. 2016. Т. 86. С. 441–444.
5. Fornalchuk Y. The model of corespondence of passenger transportation on the bus is off uzzy logic *ECONTECHMOD: an international quarterly journal of economics of technology and modelling processes*. 2015. № 4. С. 59–64.
6. Grosche T. Gravity models for air line passenger volume estimation *Journal of Air Transport Management*. 2007. № 13. С. 175–183.

7. Rwakarehe E. Development of a Freight Demand Model for the Province of Alberta Using Public Sources of Data *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014. № 138. С. 695–705.
8. Park M., Hahn J. Regional Freight Demand Estimation Using Korean Commodity Flow Survey Data *Transportation Research Procedia*. 2015. Т. 11. С. 504–514.
9. Kabashkin I. Modelling of Regional Transit Multimodal Transport Accessibility with Petri Net Simulation *Procedia Computer Science*. 2015. Т. 77. С. 151–157.
10. Essadeq I., Dubail E., Jeanniere E. Modelling Passenger Congestion in Transit System – Benchmark and Three Case Studies *Transportation Research Procedia*. 2016. Т. 14. С. 1792–1801.
11. Brands T. et al. Modelling public transport route choice, with multiple access and egress modes *Transportation research procedia*. 2014. Т. 1. №. 1. С. 12–23.
12. Panasyuk M. V., Pudovik E. M., Sabirova M. E. Optimization of regional passenger bus traffic network *Procedia Economics and Finance*. 2013. Т. 5. С. 589–596.
13. Доля К. Моделювання пасажирських транспортних кореспонденцій між обласними центрами в Україні *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2017. Т. 1, N 2(33). С. 44–48. Режим доступу : DOI : 10.15587/2312 – 8372.2017.93458.
14. Доля К. Вплив особливостей малюнку транспортної мережі на довжину їздки між її вузлами на прикладі транспортної мережі України *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2017. Т. 5, N 2(37). С. 54–58. Режим доступу : DOI : 10.15587/2312–8372.2017.112078.
15. Dolia Kostiantyn Influence of features of the transport network pattern on the haul cycle length between its nodes *The international research and practical conference The development of technical sciences: problems and solutions*. BRNO, THE CZECH REPUBLIC, April 27 – 28, 2018. P. 121–124.
16. Zhu W. Generating route choice sets with operation information on metro networks *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. № 3. С. 243–252.
17. Moreno E. G., Romana M. G., Martínez Ó. A First Step to Diagnostic of Urban Transport Operations by Means of GPS Receiver *Procedia Computer Science*. 2016. Т. 83. С. 305–312.
18. Mao, L., Wu, X., Huang, Z., & Tatem, A. J. Modeling monthly flows of global air travel passengers: An open – access data resource *Journal of Transport Geography*, 48, 2015. С. 52–60.
19. A multimodal transport network model and efficient algorithms for buiding advanced traveler information systems *Transportation Research Procedia*. 2017. № 22. С. 134–143.

#### **Dolia K.V., Dolia O.Ye. SYSTEMATIC MODELING OF THE FUNCTIONALITY OF ROUTES**

*The economics of transportation and the development of transport infrastructure affect the development of regions in economic and social terms. Transportation procurement projects have been a topical issue since the beginning of industrialization and the transition of society to global economies. The paper assumes that changes over time in net profit, payback period, costs, and net discounted profit are parameters that reflect the feasibility of implementing such projects. The systemic nature of transport functioning and the dependence of project parameters on many internal and external factors greatly complicate the study. The aim of the study is to determine the possibility of modeling the route network and calculate the design parameters, taking into account the characteristics of transport modes in their simultaneous operation. 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. To achieve this goal, we used methods of mathematical and computer modeling, but not only. As a result of the work, the possibility of creating a certain modeling, calculating design parameters and determining their mutual influence has been proved. 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:** transport, project, resource, air transport, railway transport, motor vehicles, transport network, route network, transport system, net profit, costs, discounted profit, payback period.