

---

## Математична формалізація функції визначення ефективності функціонування пасажирських транспортних систем

Олена Доля

Кафедра інформаційних управляючих систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна  
ORCID 0000-0002-0364-988X

### Для цитування цієї статті:

Доля Олена. Математична формалізація функції визначення ефективності функціонування пасажирських транспортних систем. International Science Journal of Engineering & Agriculture. Vol. 1, No. 4, 2022, pp. 102-113. doi: 10.11648/j.isjea.20220104.10.

Надійшла до редакції: 20 вересня 2022 р.; Схвалено: 29 вересня 2022 р.;

Опубліковано: 01 жовтня 2022 р.

---

**Анотація:** Ефективне функціонування пасажирських транспортних систем є складним завданням сучасності. Розв'язанню даної задачі присвячено значну кількість наукових та науково–практичних публікацій у сучасній спеціалізованій літературі. Встановлено, що сучасниками використовуються математичні та комп'ютерні методи моделювання процесу перевезення пасажирів. Запропоновані сучасниками підходи широко висвітлено й забезпечують визначити не лише переваги, а й певні недоліки запропонованих авторами методів та науково–практичних підходів. В роботі запропоновано цільову функцію, яка має ряд обмежень технічного та соціально–економічного характерів. Запропонована цільова функція стверджує, що оптимальною пасажирською транспортною системою є така, в якій витрати на функціонування дорівнюють оптимальним витратам пасажирів на задоволення своїх потреб у переміщенні. Розкриттям запропонованої функції є визначення відношення й взаємопов'язаності значень певних параметрів функціонування згаданої системи, що надає можливість подальшого розвитку дослідження в частині моделювання визначеного процесу перевезень.

**Ключові слова:** транспорт, моделювання, пасажирські транспортні системи, витрати, соціум.

---

### 1. Введення

Ефективне функціонування пасажирських транспортних систем є складним завданням сучасності. Розв'язанню даної задачі присвячено значну кількість наукових та науково–практичних публікацій у сучасній спеціалізованій літературі. Встановлено, що сучасниками використовуються математичні та комп'ютерні методи моделювання процесу перевезення пасажирів. Запропоновані сучасниками підходи широко висвітлено й забезпечують визначити не лише переваги, а й певні недоліки запропонованих авторами методів та науково–практичних підходів. В роботі запропоновано цільову функцію, яка має ряд обмежень технічного та соціально–економічного характерів. Запропонована цільова функція стверджує, що оптимальною пасажирською транспортною системою є така, в якій витрати на функціонування дорівнюють оптимальним витратам пасажирів на задоволення своїх потреб у переміщенні. Розкриттям запропонованої функції є визначення відношення й взаємопов'язаності значень певних параметрів функціонування згаданої системи, що надає

можливість подальшого розвитку дослідження в частині моделювання визначеного процесу перевезень. Встановлено цільову функцію досягнення ефективного функціонування пасажирських транспортних систем при комплексному урахуванні взаємопов'язаності параметрів такого процесу між видами транспорту

## **2. Об'єкт та предмет дослідження**

Об'єкт дослідження – функціонування пасажирських транспортних систем.  
Предмет дослідження – пасажирські транспортні системи.

## **3. Ціль та методи дослідження**

Ціллю дослідження є встановлення цільової функції досягнення ефективного функціонування пасажирських транспортних систем при комплексному урахуванні взаємопов'язаності параметрів такого процесу між видами транспорту. Запропоновано використовувати метод математичного моделювання для розкриття параметрів запропонованої цільової функції.

## **4. Аналіз літератури**

Сучасна наукова література [1-15] пропонує певні підходи до визначення параметрів функціонування пасажирських перевезень. Певними авторами розкрито питання визначення поняття ефективності функціонування пасажирських перевезень та [16-23]. Недоліками таких робіт є відсутність комплексного підходу при моделюванні визначених процесів. Можна віднести наступні питання, які потребують подальших наукових досліджень:

1. екологічної складової при визначенні результатів функціонування системи;
2. врахування соціального значення фінансового навантаження на суспільство;
3. розгляд не окремо обраного маршруту, а з урахуванням системності його функціонування;
4. визначення зв'язків між параметрами комфортності та кількістю пасажирів;
5. визначення зв'язків й взаємовпливу параметрів функціонування пасажирської транспортної системи не лише в одному виді транспорту, а в умовах можливого функціонування двох і більше видів транспорту в системі надання пасажирських перевезень.

Відповідно до проведеного аналізу можна припустити, що подальший розвиток наукової думки до питання удосконалення перевезень пасажирів є актуальним питанням сучасної науки й практики. Визначено доцільність урахування можливості наявних в системі пасажирських перевезень підсистем. Такі підсистеми є такими, що описується певним видом транспорту в загальній системі, мають між собою зв'язки та впливають одна на одну. Даний взаємовплив та його математичний опис також є актуальним питанням. Не повною мірою авторами розкрито й питання певного впливу на систему соціально-економічних характеристик суспільства та впливу такої системи на саме суспільство.

## **5. Визначення цільової функції**

Для досягнення поставленої в роботі цілі було використано методи системного аналізу обраної літератури. Результатом даного аналізу можна зробити наступне ствердження, а саме цільова функція корисності системи перевезень пасажирів має відповідати запропонованому у рівнянні (1):

$$KS = \frac{FP_t}{CP_t} \rightarrow 1 \quad (1)$$

де  $KS$  – корисність системи;

$FP_t$  – фінансовий потік за період  $t$ ;

$CP_t$  – оптимальні витрати пасажирів в системі за період  $t$ .

Обмеження цільової функції:

$FP_t^*$  – має значення, яке дозволяє задовільнити потреби системи для її розвитку, утримання та експлуатації;

$CP_t^*$  – має значення, яке дозволяє реалізувати потреби із переміщення.

$$FP_t = CS_t \cdot kr \quad (2)$$

де  $CS_t$  – загальні витрати системи за період  $t$ ;

$kr$  – коефіцієнт рентабельності.

$$CS_t = CA_t + CR_t + CB_t \quad (3)$$

де  $CA_t$  – загальні витрати мережі авіаційного транспорту в період часу  $t$ ;

$CR_t$  – загальні витрати мережі залізничного транспорту в період часу  $t$ ;

$CB_t$  – загальні витрати автомобільної мережі в період часу  $t$ .

З урахуванням виразу 3 рівняння 2 з визначення фінансового потоку за період  $t$  набуває вигляду наведеного в залежності 4:

$$FP_t = kr(CA_t + CR_t + CB_t) \quad (4)$$

У свою чергу  $CA_t$  можна розрахувати за запропонованою залежністю 5:

$$CA_t = CIA_t + CTA_t \quad (5)$$

де  $CIA_t$  – витрати на придбання, експлуатацію та розвиток інфраструктури аеропорту за період  $t$ ;

$CTA_t$  – витрати на придбання, експлуатацію та модернізацію засобів авіаційного транспорту за період  $t$ .

Витрати  $CR_t$  запропоновано розрахувати згідно з рівнянням 6:

$$CR_t = CIR_t + CVR_t + CTR_t \quad (6)$$

де  $CIR_t$  – витрати на придбання, експлуатацію та розвиток інфраструктури залізничних станцій за період  $t$ ;

$CVR_t$  – витрати на придбання, експлуатацію та розвиток залізничних шляхів за період  $t$ ;

$CTR_t$  – витрати на придбання засобів транспорту, їхню експлуатацію та оновлення за період  $t$ .

Загальні витрати автомобільної мережі за період  $t$  пропонується обчислити як запропоновано в рівнянні 7:

$$CB_t = CIB_t + CRB_t \quad (7)$$

де  $CIB_t$  – загальні витрати на придбання, експлуатацію та оновлення інфраструктури вокзалів період  $t$ ;

$CTB_t$  – загальні витрати на придбання, експлуатацію та удосконалення засобів автомобільного транспорту за період  $t$ .

З урахуванням залежностей 5, 6 та 7 залежність 4 набирає вигляду 8:

$$FP_t = (CIA_t + CTA_t + CIR_t + CVR_t + CTR_t + CIB_t + CTB_t) \cdot kr \quad (8)$$

В роботі запропоновано значення  $CIA_t$ ,  $CIB_t$  та  $CIR_t$  прийняти рівним 0. У такому випадку вираз 8 набирає вигляд наведений і рівнянні 9:

$$FP_t = (CTA_t + CTR_t + CTB_t) \cdot kr \quad (9)$$

У даному випадку  $CTB_t$  запропоновано розрахувати відповідно до залежності 10:

$$CTB_t = AB_t \cdot CAB_t \cdot \beta \quad (10)$$

де  $AB_t$  – кількість потрібних автобусів в маршрутній мережі в період  $t$ ;

$CAB_t$  – вартість одного автобусу, який експлуатується і мережі в період  $t$ ;

$\beta$  – коефіцієнт випуску автобусів на маршрут.

При цьому  $AB_t$  розраховується за залежністю 11:

$$AB_t = \sum_{i=1}^n FB_{\max} / q_B \quad (11)$$

де  $FB_{\max}$  – максимальний пасажиропотік на перегоні певного автобусного маршруту;

$n$  – кількість маршрутів у мережі;

$q_B$  – пасажиромісткість одного автобусу.

Вартість одного автобусу у даній роботі запропоновано прийняти похідною від стану розвитку соціально-економічного розвитку суспільства. Запропоновано вразити вартість автобусу функцією від середнього доходу населення певного регіону та рівня державних асигнувань в галузь. Залежність 12 відображає запропонований підхід визначення вартості одного автобусу, який експлуатується і мережі в період  $t$ :

$$CAB_t = (D_{\text{нас}} + D_{\text{бюд}}) \quad (12)$$

де  $D_{\text{нас}}$  – середній дохід населення в мережі;

$D_{\text{бюд}}$  – державні доплати за одного пасажера в рік.

$f$  – функція впливу соціально-економічного розвитку суспільства на вартість автобусу.

В таблиці 1 наведено зведені відомості доходу громадян та вартості міжміських автобусів в різних країнах.

**Таблиця 1.** Зведені відомості загального доходу громадян та вартості міжміських автобусів.

№ з/п	Назва країни	Ставка податку на прибуток громадян, %	Середній дохід громадян в рік, тис. дол.	Чистий дохід громадян в рік, тис. дол.	Вартість автобусів, тис. дол.
1	США	39,8%	89,8	54,1	240,0
2	Ірландія	32,9%	77,3	51,8	238,0
3	Люксембург	38,5%	80,0	49,2	237,0
4	Австралія	25,9%	62,8	46,5	231,0
5	Швейцарія	36,6%	69,3	43,9	229,0
6	Канада Канада	39,1%	67,8	41,3	225,0
7	Велика Британія	30,8%	58,4	40,4	211,0
8	Південна Корея	29,6%	55,0	38,8	195,0
9	Норвегія	31,2%	50,2	34,5	180,0
10	Данія	32,3%	50,7	34,3	165,0
11	Японія	43,0%	53,9	30,7	120,0
12	Австрія	42,5%	51,3	29,5	98,0
13	Фінляндія	48,9%	49,8	25,5	75,0
14	Швеція	52,7%	52,3	24,7	71,0
15	Нідерланди	56,0%	55,3	24,3	67,0
16	Німеччина	27,6%	31,9	23,1	63,0
17	Бельгія	49,7%	45,3	22,8	61,0
18	Ізраїль	50,2%	45,6	22,7	58,0
19	Іспанія	21,0%	28,7	22,7	51,0
20	Франція	41,4%	34,6	20,3	48,0
21	Словенія	50,4%	36,8	18,2	46,0
22	Італія	42,3%	28,9	16,7	45,0
23	Греція	41,9%	25,5	14,8	44,0
24	Португалія	36,7%	20,6	13,1	44,0
25	Польща	43,2%	15,9	9,1	42,9
26	Чехія	41,6%	15,1	8,8	42,0
27	Словаччина	43,2%	15,3	8,7	42,0
28	Естонія	40,4%	13,0	7,8	38,0
29	Угорщина	49,4%	13,4	6,8	36,0

На малюнку1 наведено гістограму розподілу вартості автобусів у різних країнах відносно середнього доходу громадян у відповідній країні.



**Малюнок 1.** Гістограма розподілу вартості автобусів у різних країнах відносно середнього доходу громадян у відповідній країні.

Малюнок 1 демонструє, що вартість автобусів є більшою у країнах із відносно більшим доходом громадян. Відповідно країни середній дохід громадян, в яких є меншим у наведеному наборі країн, використовують дешевші автобуси.

В дослідженні  $CTR_t$  запропоновано розраховувати за залежністю 13:

$$CTR_t = (CV_1R_t \cdot AV_1 + CV_2R_t \cdot AV_2 + CV_3R_t \cdot AV_3) \cdot \beta \quad (13)$$

де  $CV_1R_t$ ,  $CV_2R_t$ ,  $CV_3R_t$  вартість вагонів першого, другого й третього класу відповідно;  
 $AV_1$ ,  $AV_2$ ,  $AV_3$  – кількість вагонів першого, другого й третього класу відповідно

Кількість вагонів відповідного класу розраховується за формулою 14:

$$AV_k = \left( \sum_{i=1}^n FR_{max} / q_k \right) \cdot \gamma_k \quad (14)$$

де  $k$  – номер відповідного класу вагону;

$FR_{max}$  – максимальний пасажиропотік на перегоні певного залізничного маршруту;

$\gamma_k$  – частка пасажирів певного класу вагонів;

$q_k$  – пасажиромісткість  $k$ -го класу вагону.

З рівняння 13  $CV_1R_t$ ,  $CV_2R_t$ ,  $CV_3R_t$  запропоновано розрахувати згідно із рівнянням 15:

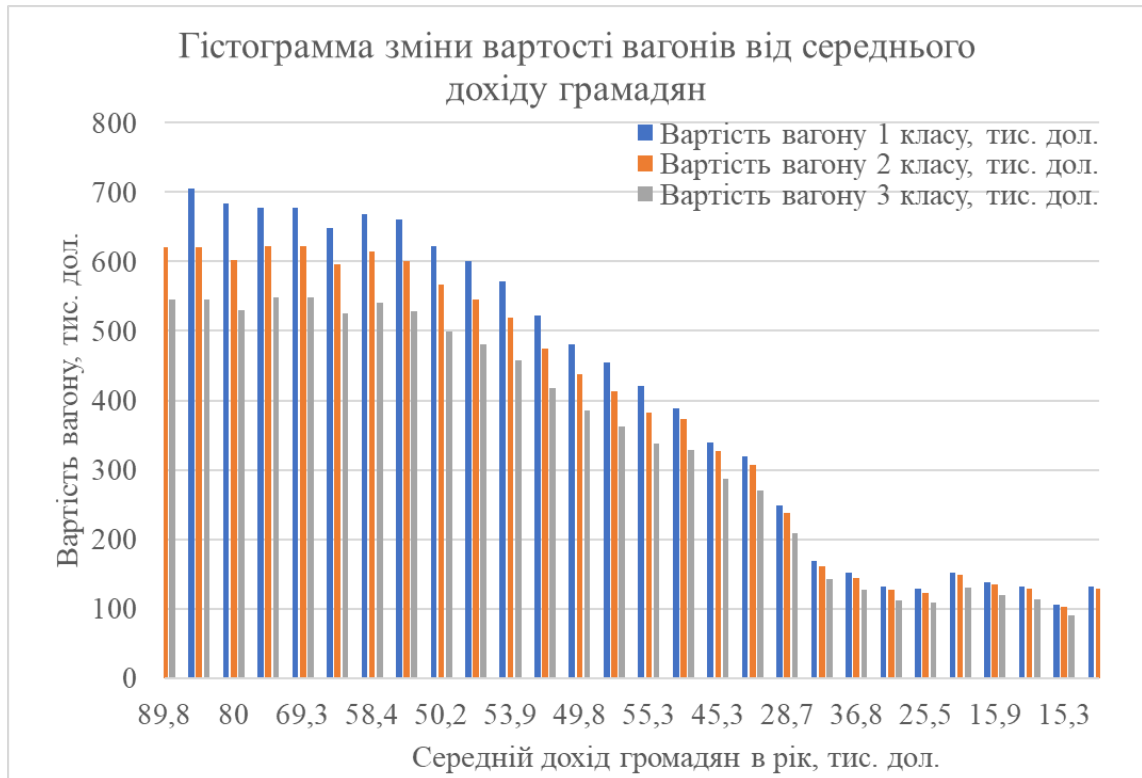
$$CV_k R_t = f_k (D_{нар} + D_{бюд}) \quad (15)$$

В таблиці 2 наведено зведені відомості доходу громадян та вартості вагонів певних класів комфортності в різних країнах.

**Таблиця 1.** Зведені відомості загального доходу громадян та вартості вагонів.

№ з/п	Назва країни	Ставка податку на прибуток громадян, %	Середній дохід громадян в рік, тис. дол.	Чистий дохід громадян в рік, тис. дол.	Вартість вагону 1 класу, тис. дол.	Вартість вагону 2 класу, тис. дол.	Вартість вагону 3 класу, тис. дол.
1	США	39,8%	89,8	54,1	706	621	546
2	Ірландія	32,9%	77,3	51,8	706	621	546
3	Люксембург	38,5%	80,0	49,2	684	602	530
4	Австралія	25,9%	62,8	46,5	677	623	548
5	Швейцарія	36,6%	69,3	43,9	677	623	548
6	Канада Канада	39,1%	67,8	41,3	648	596	525
7	Велика Британія	30,8%	58,4	40,4	669	615	541
8	Південна Корея	29,6%	55,0	38,8	660	601	529
9	Норвегія	31,2%	50,2	34,5	623	567	499
10	Данія	32,3%	50,7	34,3	600	546	480
11	Японія	43,0%	53,9	30,7	571	519	457
12	Австрія	42,5%	51,3	29,5	522	475	418
13	Фінляндія	48,9%	49,8	25,5	481	438	385
14	Швеція	52,7%	52,3	24,7	454	413	363
15	Нідерланди	56,0%	55,3	24,3	421	383	337
16	Німеччина	27,6%	31,9	23,1	388	373	328
17	Бельгія	49,7%	45,3	22,8	340	327	287
18	Ізраїль	50,2%	45,6	22,7	320	307	270
19	Іспанія	21,0%	28,7	22,7	248	238	209
20	Франція	41,4%	34,6	20,3	168	161	142
21	Словенія	50,4%	36,8	18,2	151	144	127
22	Італія	42,3%	28,9	16,7	132	127	112
23	Греція	41,9%	25,5	14,8	128	123	108
24	Португалія	36,7%	20,6	13,1	151	148	130
25	Польща	43,2%	15,9	9,1	138	135	119
26	Чехія	41,6%	15,1	8,8	131	128	113
27	Словаччина	43,2%	15,3	8,7	105	102	90
28	Естонія	40,4%	13,0	7,8	131	128	113
29	Угорщина	49,4%	13,4	6,8	103	101	89

На малюнку2 наведено гістограму розподілу вартості вагонів у різних країнах відносно середнього доходу громадян у відповідній країні.



**Малюнок 2.** Гістограма розподілу вартості вагонів у різних країнах відносно середнього доходу громадян у відповідній країні.

На малюнку3 наведено гістограму розподілу вартості вагонів у різних країнах відносно чистого доходу громадян у відповідній країні.



**Малюнок 3.** Гістограма розподілу вартості вагонів у різних країнах відносно чистого доходу громадян у відповідній країні.



Складову  $CTA_t$  рівняння 9 можна розрахувати аналогічно до залежності 13 по запропонованій залежності 16:

$$CTA_t = CT_1 A_t \eta_1 + CT_2 A_t \eta_2 + CT_3 A_t \eta_3 \quad (16)$$

Однак дослідження пасажирської транспортної системи України показують, що у межах свого охоплення максимальний час перельоту не має перевищувати 1,5 години. Практично доведено, що при таких умовах експлуатації використовуються літаки середньої пасажиромісткості без розбиття салону на обрані класи. Тому рівняння 16 набирає вигляд наведений в 17:

$$CTA_t = AA_t \cdot CAA_t \cdot \beta \quad (17)$$

де  $AA_t$  – кількість потрубних транспортних засобів в авіаційній мережі;

$CAA_t$  – вартість одного літака;

$\beta$  – коефіцієнт використання парку.

$$AA_t = \sum_{i=1}^n FA_{\max} / q_A \quad (18)$$

де  $FA_{\max}$  – максимальний пасажиропотік на перегоні певного авіаційного маршруту;

$q_A$  – пасажиромісткість літака.

З урахуванням 18 рівняння 17 приймає вигляд наведений у 19:

$$CTA_t = \left( \sum_{i=1}^n FA_{\max} / q_A \right) \cdot CAA_t \cdot \beta \quad (19)$$

Враховуючи 11, рівняння 10 набуває вигляду наведеного у 20:

$$CTB_t = \left( \sum_{i=1}^n FB_{\max} / q_B \right) \cdot CAB_t \cdot \beta \quad (20)$$

Із рівняння 13 та 14, рівняння 13 набуває вигляду відповідно до 21:

$$\begin{aligned} CTR_t = & (CV_1 R_t \left( \sum_{i=1}^n FR_{\max} / q_k \right) \cdot \gamma_1 + \\ & + CV_2 R_t \left( \sum_{i=1}^n FR_{\max} / q_k \right) \cdot \gamma_2 + \\ & + CV_3 R_t \left( \sum_{i=1}^n FR_{\max} / q_k \right) \cdot \gamma_3) \cdot \beta \end{aligned} \quad (21)$$

Відповідно до рівнянь 20, 21, 19 рівняння 3 набуває вигляду 22:

$$\begin{aligned}
CS_t = & \left( \left( \sum_{i=1}^n FA_{\max} / q_A \right) \cdot CAA_t \cdot q + CIA_t \right) + \\
& + \left( \left( \sum_{i=1}^n FB_{\max} / q_B \right) \cdot CAB_t \cdot \beta + CIB_t \right) + \\
& + (CV_1 R_t \left( \sum_{i=1}^n FR_{\max} / q_1 \right) \cdot \gamma_1 + CV_2 R_t \left( \sum_{i=1}^n FR_{\max} / q_2 \right) \cdot \gamma_2 + \\
& + CV_3 R_t \left( \sum_{i=1}^n FR_{\max} / q_3 \right) \cdot \gamma_3) + CIR_t
\end{aligned} \tag{22}$$

## 6. Результати дослідження

Оптимальні витрати пасажирів в системі за період  $t$  є витратами, що задовільняють потреби транспортної системи з перевезень пасажирів в частині забезпечення отримання грошових потоків для функціонування та оновлення елементів такої системи. Визначено, що оптимальні витрати пасажирів в системі за період  $t$  є похідною від вимог суспільства та параметрів обсягів перевезень.

Описано цільову функції досягнення ефективного функціонування пасажирських транспортних систем при комплексному урахуванні взаємопов'язаності параметрів такого процесу між видами транспорту, використовуючи метод математичного моделювання для розкриття параметрів запропонованої цільової функції.

## 7. Перспективи розвитку подальших досліджень сучасних наукових підходів до розв'язання питання із моделювання пасажиропотоків

Відповідно до проведеного дослідження сучасних наукових підходів до розв'язання питання встановлення цільової функції  $KS$  – корисності системи пасажирського транспорту визначено зв'язки між  $FP_t$  – фінансовим потоком за період  $t$  та  $CP_t$  – оптимальними витратами пасажирів в системі за період  $t$ . При описі обмежень цільової функції де  $FP_t^*$  – має значення, яке дозволяє задовільнити потреби системи для її розвитку, утримання та експлуатації, а  $CP_t^*$  – має значення, яке дозволяє реалізувати потреби із переміщення.

Перспективним напрямом подальшого розвитку є опис та урахування соціального та державного розподілу фінансового потоку.

## 8. Висновки

Відповідно до результатів можна зробити висновок, що систему пасажирських перевезень можна визначити корисною у тому випадку коли різниця між фінансовими потоками в такій системі оптимальними витратами пасажирів в системі за період  $t$  та оптимальними витратами пасажирів в системі за період  $t$  є мінімальною.

---

### Список літератури:

- 1) Dolia K., Dolia O., Lyfenko S., Botsman A.. Management of Freight Transport Projects in Cities in Assessing Their Effectiveness. Software Engineering. Vol. 6, No. 2, 2018, pp. 63-68. doi: 10.11648/j.se.20180602.15
- 2) К. Доля. Geovirtual Urban Environments as Media for the Communication of Information Related to Managing Urban Land [Conference] // Матеріали науково-практичної конференції,

присвяченої міжнародному дню геоінформаційних систем / К. Доля, О. Доля. – Харків : [б.н.], 2016. – С. 57–59.

3) Dolya C., Dolya O., Methods of Establishing and Implementing the Optimal Fares for Passenger Transport. American Journal of Traffic and Transportation Engineering. Vol. 1, No. 4, 2016, pp. 60-67. doi: 10.11648/j.ajtte.20160104.14

4) Доля К. В. State regulation and legal support for entrepreneurial activities of business entities, which provided services for the carriage of passengers on public bus routes in Ukraine / К. В. Доля, О. Є. Доля.

5) Доля К. В. 3Д моделювання гетерогенної просторової інформації в ГІС, як засіб управління земельними ресурсами [Збірка доповідей] //Матеріали Всеукр. наук.–практ. конф., присвяч. 70-річчю кафедри управління земельними ресурсами та кадастру / К. В. Доля, О. Є. Доля. –Харків : 2016. – С. 167.

6) Gyulyev N., Dolia K., Dolia O. Engineering Patterns of Changes in the Parameters of Functioning of Intercity Passenger Transportation System. International Journal of Intelligent Information Systems. 2019. Т. 7. №. 6. Р. 48.

7) Dolya C. Math modeling of influence environment at the development of passenger transport systems // International scientific-practical conference / С. Dolya, О. Dolya. - 2016. - P. 292.

8) Olena, D., & Konstantin, D. (2022). Determination of Promising Directions for the Development of Geographic Information Systems in the Operation of Vehicles. Communications, 10(1), 1-4.

9) Доля, К. В., & Доля, О. Є. (2017). Щодо можливості практичної реалізації засобів розвитку маршрутних пасажирських транспортних систем. Молодий вчений, (1), 41-44.

10) Dolia V.K., Dolia K.V., Dolia O.E. Determining Parameters of Functioning of Passenger Transport Routes by Means of Computer Simulation of Processes. Science & Technique. 2021;20(6):514-521. (In Russ.) <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2021-20-6-514-521>

11) Kostiantyn, D., & Olena, D. (2019). Generalization of 3 d city models to simplify simulation of urban territories. p.273.

12) Доля, О. Є., & Доля, К. В. Визначення закономірностей змін параметрів системи перевезень. Комунальне господарство міст, (154), 138-142.

13) Dolia O. (2022). Analysis of the state of modern scientific thought on the use of vehicles in passenger transport. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 1(1), 1–9.

14) Mamonov, K., Nesterenko, S., Radzinskaya, Y., & Dolia, O. City lands investment attractiveness calculation / Geodesy and Cartography. Vol. 68, No. 1, 2019, pp. 211–223. Accepted: 18 April 2019. DOI: <https://doi.org/10.24425/gac.2019.126097>

15) Доля, О. Є. Щодо прогнозування вірогідності реалізації інвестиційного проекту з закупівлі автомобільних транспортних засобів на маршрути загального користування [Текст] / О. Є. Доля // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. — 2011. — № 1. — С. 17–24.

16) Доля, О. Є., Давідіч, Ю. О. (2016). Щодо встановлення впливу стохастичних коливань об'ємів перевезень пасажирів на основні показники ефективності функціонування міського автобусного маршруту. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту, (160), 80-87.

17) Далека В.Х., Доля О.Є. Планування процесів управління вартістю проектів міських пасажирських перевезень // SR. 2015. №2 (13).

18) Доля, О. Є. (2012) Щодо прогнозування добового об'єму перевезень пасажирів на міських автобусних маршрутах. In: Транспортные проблемы крупнейших городов.

19) Dolia O. (2022). Analysis of the state of modern scientific opinion on the issue of organizing passenger transportation by various modes of transport. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 1(2), 23–39.

20) Давідич Ю. О. Вплив коливань об'ємів перевезених пасажирів у міському сполученні на показники дії маршрутів / Ю.О. Давідич, О.Є. Доля // Технологический аудит и резервы производства. - 2016. - № 2(3). - С. 34-37.

21) Dolya K., Dolya O. Economic-mathematical modeling influence of environment at the development of systems passenger transport // Науковий вісник Херсонського державного університету. - 2016. - № 16. - С. 152-154.

22) Dolia O. (2022). Analysis of modern scientific approaches to calculating the number of passengers on air transport. International Science Journal of Engineering & Agriculture, 1(3), 247–272.

23) Сухонос М. К. Щодо формування структури проектів міських пасажирських перевезень / М. К. Сухонос, О. Є. Доля // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. - 2014. - № 2. - С. 5-10.

---

## Mathematical formalization of the function of determining the efficiency of passenger transport systems

**Dolia Olena**

Department of Information Control System (ICS), Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine  
ORCID 0000-0002-0364-988X

---

**Abstract:** Effective functioning of passenger transport systems is a complex task of our time. A significant number of scientific and scientific-practical publications in modern specialized literature are devoted to the solution of this problem. It is established that contemporaries use mathematical and computer methods of modeling the process of passenger transportation. The approaches proposed by contemporaries are widely covered and provide to determine not only the advantages but also certain disadvantages of the methods and scientific and practical approaches proposed by the authors. The paper proposes an objective function, which has a number of limitations of technical and socio-economic nature. The proposed objective function states that the optimal passenger transport system is one in which the costs of functioning are equal to the optimal costs of passengers to meet their needs for movement. The disclosure of the proposed function is to determine the relation and interconnectedness of the values of certain parameters of the functioning of the mentioned system, which provides an opportunity for further development of the study in terms of modeling a certain process of transportation.

**Keywords:** transport, modeling, passenger transport systems, costs, society.