

УДК 72.01

DOI <https://doi.org/10.32782/apcmj.2024.3.6>**Пустовойт Руслан Олександрович,**

аспірант кафедри комп'ютерних технологій будівництва
та реконструкції аеропортів,
Національний авіаційний університет,
просп. Любомира Гузара, 1, м. Київ, 03058, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2139-4032>
E-mail: gmail97@ukr.net

Степанчук Олександр Васильович,

доктор технічних наук,
професор кафедри комп'ютерних технологій будівництва
та реконструкції аеропортів,
Національний авіаційний університет,
просп. Любомира Гузара, 1, м. Київ, 03058, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2822-3471>
E-mail: oleksandr.stepanchuk@npp.nau.edu.ua

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ШИРИНИ ПІШОХІДНОЇ ЗОНИ НА ТЕРИТОРІЇ АЕРОВОКЗАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

Анотація. В основу роботи покладено теоретичні та експериментальні дослідження особливостей та закономірностей пішохідного руху. На основі проведених експериментальних досліджень було визначено основні підходи щодо організації пішохідного руху на території аеровокзальних комплексів в аеропортах України та досліджені основні характеристики пішохідного руху: швидкість руху пішоходу, щільність пішохідного потоку. На основі отриманих результатів виявлено залежність між щільністю і швидкістю руху пішохідного потоку на території аеропортів.

Встановлено максимальну площу горизонтальної проекції людини з валізами та комфортну щільність потоку за максимальної площі проекції. Розглянуто залежність швидкості людського потоку від його щільності та запропоновано методику визначення ширини ділянки руху пасажирів з багажем, з врахуванням площі горизонтальної проекції людини.

Визначено мінімальну ширину пішохідного шляху для пасажирів з багажем на території аеровокзального комплексу та визначені параметри пасажирських потоків на основі площі на одного пасажирів. В процесі експериментальних досліджень встановлені площі горизонтальних проекцій людей із різноманітним багажем і дітьми.

Ключові слова: аеропорт, горизонтальна проекція людини, щільність пішохідного потоку, швидкість потоку, ширина потоку.

Pustovoi Ruslan, Stepanchuk Oleksandr. DETERMINATION OF THE OPTIMAL WIDTH OF THE PEDESTRIAN ZONE ON THE TERRITORY OF THE AIRPORT COMPLEXES

Abstract. The work is based on theoretical and experimental studies of the peculiarities and regularities of pedestrian movement. On the basis of the conducted experimental studies, the main approaches to the organization of pedestrian traffic on the territory of airport complexes in the airports of Ukraine were determined, and the main characteristics of pedestrian traffic were investigated: the speed of pedestrian movement, the density of pedestrian flow. Based on the obtained results, the dependence between the density and speed of pedestrian traffic on the territory of the airports was revealed.

The maximum horizontal projection area of a person with suitcases and a comfortable flow density at the maximum projection area are set. The dependence of the speed of the human flow on its density was considered, and a method was proposed for determining the width of the section of movement of passengers with luggage, taking into account the area of the horizontal projection of a person.

The minimum width of the pedestrian path for a passenger with luggage on the territory of the airport complex was determined, and the parameters of passenger flows based on the area per passenger were determined. In the process of experimental research, the areas of horizontal projections of people with various luggage and children were established.

Key words: airport, horizontal human projection, pedestrian flow density, flow speed, flow width.

Вступ. Щорічне збільшення обсягів пасажирських перевезень повітряним транспортом, яке спостерігається останніми роками в усьому світі, призводить до збільшення кількості людей, що перебувають на території аеропортів, та погіршує умови пішохідного руху, очікування, перебування та обслуговування пасажирів на території аеровокзальних комплексів. Зрозуміло, що така тенденція призводить до збільшення кількості людей, які одночасно перебувають та переміщуються пішки в приміщенні аеровокзалу або на території аеропорту. Використання просторів пішохідних зон на території аеровокзальних комплексів неоднорідні за своїм призначенням і тому повинні диференціюватися за функціональними ознаками.

Відомо, що впровадження заходів із організації та управління пішохідним рухом є більш складним у порівнянні з транспортним рухом. Пішохідний рух має свої особливості та закономірності і багато в чому на нього має вплив цілий ряд як внутрішніх так і зовнішніх факторів. Одним зі складних завдань і важливих умов оптимальної організації пішохідного руху є врахування психофізіологічних особливостей та фізичних можливостей людей. Тому під час вирішення завдань із організації та безпеки руху пішоходів на території аеровокзальних комплексів необхідно мати найбільш достовірну інформацію про його величину і характер.

Постановка проблеми. Забезпечення зручності та безпеки руху пішоходів є одним із найбільш відповідальних заходів у прийнятті інженерно-планувальних рішень для усіх елементів міської транспортної інфраструктури, але водночас ще досі недостатньо розробленим розділом в організації руху. Складність полягає в тому, що поведінка пішоходів важче піддається регламентації, ніж поведінка водіїв, а в розрахунках режимів регулювання важко враховувати психофізіологічні фактори з усіма відхиленнями, що притаманні окремим групам людей.

Одним із показників зручності та комфортності пішохідного переміщення людей є оптимальна швидкість їхнього руху. Так, саме така швидкість, яка є найбільш прийня-

тою і влаштовує конкретного пішохода, враховуючи його фізичні можливості та потреби. Зрозуміло, що таку швидкість можна отримати тільки за умови забезпечення відповідного ступеню свободи руху. Для пішохідного потоку в залежності від ступеню свободи переміщення характерні наступні режим руху: вільний, допустимо вільний, щільний, дуже щільний і затор (тіснява). Ступінь свободи руху залежить від щільності пішохідного потоку, а в свою чергу, на щільність пішохідного потоку основний вплив має його інтенсивність та швидкість.

Необхідно також зазначити, що пропускна спроможність пішохідних зон залежить не тільки від їхніх параметрів, а й від швидкості руху.

Зрозуміло, що в більшості випадків пішохідний рух на території аеровокзальних комплексів необхідно розглядати саме як рух пішохідних потоків, які спрямовані до входної частини аеровокзалу та від неї. І саме це вказує на те, що пішохідний рух у більшості випадків на території аеровокзальних комплексів цілеспрямований, і для покращення та забезпечення належних умов для такого руху необхідно впровадження відповідних організаційних та планувальних заходів.

Зрозуміло, що для впровадження раціональних планувальних та організаційних заходів для забезпечення зручних, комфортних і безпечних умов пішохідного руху на території аеровокзальних комплексів необхідно провести дослідження, які дозволять виявити наявні специфічні особливості, тенденції, закономірності формування та руху пішохідних потоків у транспортно-пересадочних вузлах аеропортів України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За останні роки багато вітчизняних і зарубіжних вчених займалося дослідженням пішохідних потоків та застосуванням моделей для вирішення задач організації пішохідного руху. Серед таких робіт можна назвати роботи [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], але перераховані публікації розглядають питання щодо покращення умов пішохідного руху саме на вулично-дорожній мережі та удосконалення методів формування пішохідних просторів у містах. І на сьогодні в основному

ці питання були вирішені. Але пішохідний рух існує не тільки на вулицях міст. У своїх роботах В. Предтеченський зазначав, що рух людей супроводжує кожний функціональний процес, тому в будівлях та спорудах різного призначення створення простору для переміщення людей є вкрай необхідним. Саме рух людей у будівлях та на територіях вокзальних комплексів різних видів транспорту є головною функцією більшості їхніх громадських приміщень. У відповідних транспортних комплексах під час вивчення людського руху необхідно приділяти увагу пішоходу-пасажиру, який виконує переміщення із певною кількістю багажу, що знаходиться у валізах різних видів та форм.

Мета роботи полягає в аналізі й удосконаленні підходів визначення параметрів руху пішоходів із наявним багажем, що дозволить встановити загальні тенденції та закономірності, які дозволять удосконалити процеси моделювання пішохідних потоків у будівлях та на території аеровокзальних комплексів у зонах інтенсивного людського руху.

Результат досліджень. Як уже було зазначено вище, пішохідні потоки підпорядковуються певним закономірностям, і ці закономірності обумовлені залежністю між щільністю потоку і швидкістю пересування та способом організації руху пішоходів.

Відомо, що швидкість пішохідного потоку залежить від швидкості пересування усіх пішоходів у відповідному потоці. Численими спостереженнями встановлено діапазон швидкості пішоходів, що складає від 0,33 до 1,8 м/с [3, 6].

Швидкість людського потоку є залежністю функції щільності потоку на визначеній ділянці.

$$v = f(D) \quad (1)$$

де v – швидкість людського потоку;

f – функція;

D – щільність людського потоку.

Щільність потоку може бути виражена [2]:

$$D = \frac{N}{l \times \delta} \quad (2)$$

де δ – ширина відповідної ділянки шляху;

N – інтенсивність руху пішоходів;

l – довжина відповідної ділянки шляху;

D – щільність потоку.

Тому звідси виходить, що, маючи показники швидкості руху людського потоку в місцях масових пішохідних переміщень, можна визначити щільність та інтенсивність людського потоку, а звідси, – визначити необхідну ширину, яку займатиме потік для забезпечення нормальних умов руху певної кількості людей.

$$\delta = \frac{N}{l \times D} \quad (3)$$

Аналізуючи дослідження [3, 4, 6] в області формування пасажиропотоків у натурних умовах, можна зробити висновок, що максимальна щільність потоку складає $q=1,01-1,5$ особи/м², а за щільності або $q=1,51-3,0$ особи/м² виникає таке явище, як тіснява, де рух пішоходів повністю неможливий.

Розглядаючи саме рух людей на території аеровокзальних комплексів, потрібно звернути увагу на те, що більшість із них виконують переміщення, маючи якусь валізу. І тому в такому випадку потрібно враховувати не скільки людей може перебувати на якійсь площині, наприклад, на один метр квадратний (особи/м²), а яку площу займає пішохід разом із речами, які він переміщує.

Тому кількість людей у такому потоці повинно бути виражено не кількістю людей, а сумою горизонтальних проекцій на поверхню. Тоді маємо, що:

$$N = \sum f \quad (4)$$

де f – площа горизонтальної проекції однієї людини, м².

І зрозуміло, що тоді щільність такого потоку буде виражена (м²/м²):

$$D = \frac{\sum f}{l \times \delta} \quad (5)$$

В якості форми горизонтальної проекції людини прийнятий еліпс, в якому ширина – a і товщина – c людини відповідає його діаметру (рис. 1).

Основною умовою відповідного прийнятого значення є пропозиція про те, що форма еліпса (проекції людини) не піддається деформації під час стиснення потоку. У наукових працях [8] в області формування пасажиропотоків рекомендується максимальну щільність потоку приймати $D = 0,92$ м²/м². Але потрібно зазначити, що людське тіло є пружним під час значного стискання, тому його форма і площа проекції

зазнає змін, внаслідок чого фізична межа щільності може перевищувати $0,92 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

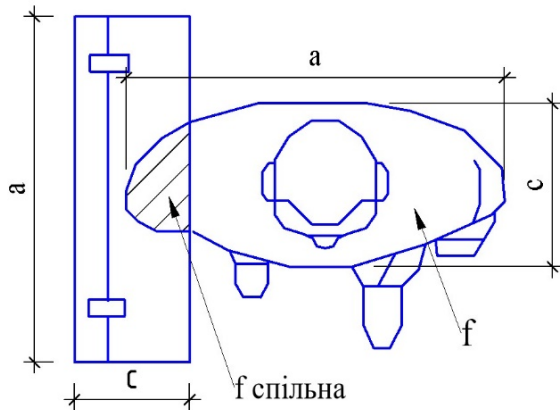


Рис. 1. Площа горизонтальної проєкції людини з багажем

Дослідження людських потоків на аеро- вокзальній площі показують, що більшість людей, які формують потік, мають із собою ручну ношу (валізи, рюкзаки, сумки, портфелі). Часто в потоці люди йдуть із дітьми на руках або ведучи їх за руку. Усереднені показники параметрів людей різного віку в різному одязі наведені в таблиці 1 [9] і прийняті в якості розрахункових. Але ці показники є застарілими і потребують оновлення та доопрацювання. Тому в рамках дослідження був проведений експеримент із визначенням площі горизонтальних проєкцій параметрів людей з багажем, в результаті якого було встановлено максимальне значення площі, яку займає людина з валізами в русі (рис. 2). Розміри валіз наведені в таблиці 2 [10].

Таблиця 1
Розрахункові середні показники параметрів людини

Вік людини	Ширина а, м	Товщина с, м	Площа горизонтальної проєкції f, м ²
Дорослі в одязі:			
літній	0,46	0,28	0,100
вуличний між-сезонний	0,48	0,30	0,113
вуличний зимовий	0,50	0,32	0,125
Підліток	0,43–0,38	0,27–0,22	0,090–0,067
Дитина	0,34–0,30	0,21–0,17	0,056–0,040

Із проведеного експерименту з визначення площі горизонтальної проєкції людини з валізами було встановлено максимальне значення площі проєкції, яке дорівнює $0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$ (рис. 3). Цей показник є вихідним значенням для визначення залежності швидкості потоку від його щільності.

Таблиця 2
Класифікація валіз за розмірами

Розмір	Параметри (в х ш х г)
S	55 x 40 x 20 см
M	65 x 40 x 20 см
L	70 x 50 x 30 см
XL	81 x 54 x 32 см

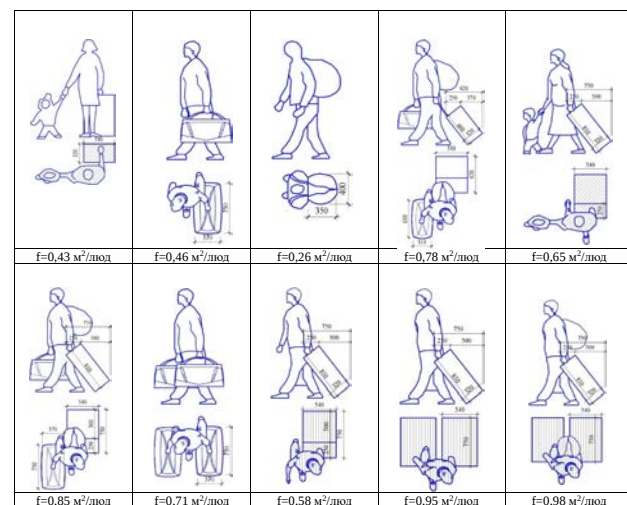


Рис. 2. Значення площ горизонтальних проєкцій людей із різноманітним багажем і дітьми

Використовуючи формулу (5), можна визначити такі параметри потоку як його довжину, так і його ширину, що в свою чергу дорівнюватиме площі, який займатиме потік.

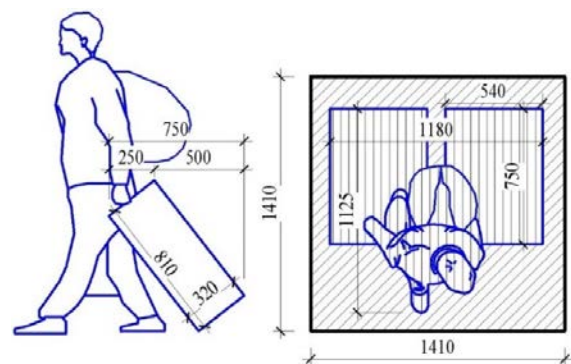


Рис. 3. Горизонтальна проєкція людини з багажем $0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$

Для визначення ширини та довжини потоку та їх залежностей від щільності потрібно перевести одиниці щільності $\text{м}^2/\text{м}^2$ на $\text{люд}/\text{м}^2$, тобто щоб площа проєкції людини впливала на те, скільки людей може поміститися на площі ділянки. Таким чином, за умови максимальної густини пасажиропотоку, що складає $D = 0,92 \text{ м}^2/\text{м}^2$, можна визначити щільність в одиницях $\text{люд}/\text{м}^2$. Для експерименту візьмемо максимальне значення площі проєкції $0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$. За умови площі проєкції $0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$ та за щільності $0,92 \text{ м}^2/\text{м}^2$ кількість людей на 1 м^2 складатиме $0,92/0,98 = 0,94 \text{ люд}/\text{м}^2$ (тобто, на 1 квадратний метр може увійти $0,94$ людини з багажем). Тому при $f_{\text{нас}} = 0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$ швидкість потоку матиме таку залежність від щільності (рис. 4). Проведені розрахунки щільності в одиницях $\text{люд}/\text{м}^2$ наведені в таблиці 3.

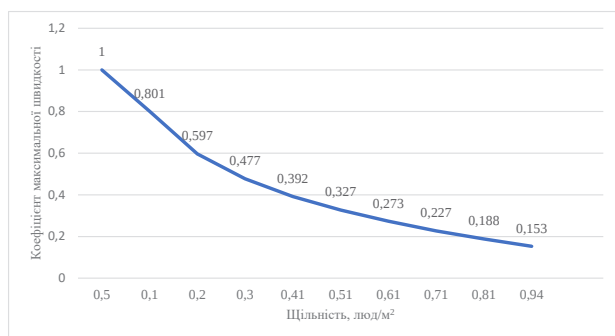


Рис. 4. Залежність швидкості від щільності при $f_{\text{нас}} = 0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$

Таблиця 3
Розрахунки щільності в одиницях $\text{люд}/\text{м}^2$ при макс. $f_{\text{нас}} = 0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$

Щільність, $\text{м}^2/\text{м}^2$	Розрахунок щільності в одиницях $\text{люд}/\text{м}^2$
0,05 $\text{м}^2/\text{м}^2$	$0,05/0,98=0,05$
0,1 $\text{м}^2/\text{м}^2$	$0,1/0,98=0,10$
0,2 $\text{м}^2/\text{м}^2$	$0,2/0,98=0,20$
0,3 $\text{м}^2/\text{м}^2$	$0,3/0,98=0,30$
0,4 $\text{м}^2/\text{м}^2$	$0,4/0,98=0,41$
0,5 $\text{м}^2/\text{м}^2$	$0,5/0,98=0,51$
0,6 $\text{м}^2/\text{м}^2$	$0,6/0,98=0,61$
0,7 $\text{м}^2/\text{м}^2$	$0,7/0,98=0,71$
0,8 $\text{м}^2/\text{м}^2$	$0,8/0,98=0,81$
0,92 $\text{м}^2/\text{м}^2$	$0,92/0,98=0,94$

З вище проведеного аналізу швидкості по відношенню до щільності можна зробити висновок, що за умови збільшення щільності

швидкість буде зменшуватися, а під час зменшення – буде збільшуватися. Також можна встановити максимальне граничне значення щільності потоку, яке відповідатиме $0,94 \text{ люд}/\text{м}^2$.

Виходячи з показника щільності $0,92 \text{ м}^2/\text{м}^2$, що дорівнює $0,94$ людини на 1 м^2 при $f_{\text{люд}} = 0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$, встановимо таку залежність, що на площі 2 м^2 (сторони ділянки $1,41 \times 1,41 \text{ м}$) зможе розміститися:

$$N = D * \delta l = 0,94 * 2 \text{ м}^2 = 1,88 \text{ люд} \quad (6)$$

Отже, для повноцінного комфорту поміститься одна людина з багажем (рис.3). Виходячи з комфортного показника 1 людина на 2 м^2 за максимальної $f_{\text{люд}} = 0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$, можна констатувати мінімальну ширину шляху для руху на аеровокзальній площі $1,41 \text{ м}$.

Далі встановимо прийнятну щільність для $f_{\text{люд}} = 0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$. Для прикладу, проаналізуємо $D = 0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$, за якої на один метр квадратний розміститься $0,51$ люд, тоді як на площу 2 м^2 кількість людей дорівнюватиме:

$$N = D * \delta l = 0,51 * 2 \text{ м}^2 = 1,02 \text{ люд} \quad (7)$$

Отже, комфортну щільність можна вважати $D = 0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$, за якої на площі 2 м^2 розміститься 1 людина з горизонтальною площею проєкції $f_{\text{люд}} = 0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$ за мінімальної ширини тротуару на аеровокзальній площі $1,41 \text{ м}$. Дані показники можна порівняти з результатами закордонних досліджень щодо організації аеровокзальної площі перед терміналом.

Під час розрахунку параметрів руху пасажирів з багажем на аеровокзальній площі в аеропортах може бути також використаний показник площі, що припадає на одного пасажирів S ($\text{м}^2/\text{пас}$) у процесі руху. Графік залежності щільності пасажиропотоку D ($\text{люд}/\text{м}^2$) при $f_{\text{люд}} = 0,98 \text{ м}^2$ і пропускної спроможності $1,41 \text{ м}$ ширини комунікаційних шляхів від значень площі S на одну людину ($\text{м}^2/\text{люд}$) наведено на рис. 5. Значення ширини шляху $1,41 \text{ м}$ було визначене як мінімальне під час комфортного переміщення пасажирів з максимальною площею горизонтальної проєкції $f_{\text{нас}} = 0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$. З проведених натурних досліджень терміналу D аеропорту Бориспіль можна встановити середню швидкість пасажирів з валі-

зою – 4,5 км/год, що відповідає 75 м/хв. На основі швидкості і площі, виділеної на одного пасажирів, можна встановити пропускну спроможність Q пас./хв потоку маючи ширину комунікаційного шляху 1,41 м, поділивши швидкість потоку на площу на одного пасажирів (рис. 5).

$$Q = V/S \quad (8)$$

де: Q – пропускна спроможність;

V – швидкість пасажирського потоку;

S – площа на одного пасажирів

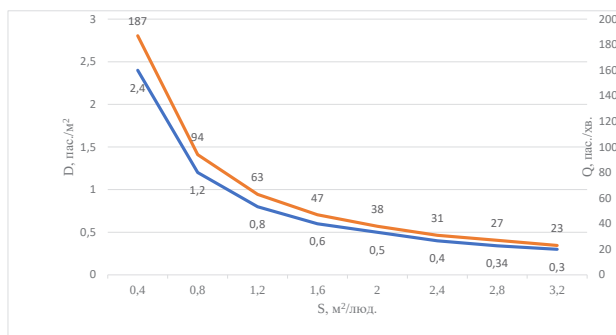


Рис. 5. Залежність щільності пасажиропотоку за умови $f_{пас} = 0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$ пропускної спроможності 1,41 м ширини комунікаційних шляхів від значень площі S на одну людину ($\text{м}^2/\text{люд}$)

З вище проведеного дослідження із визначення мінімальної ширини комунікаційного шляху для пасажирів з багажем за умови площі $f_{пас} = 0,98 \text{ м}^2$ можна встановити пропускну спроможність потоку за відповідно заданої ширини ділянки руху.

Площу, яка припадає на одного пасажирів, можна показати, як довжину та ширину шляху пасажирського потоку. Отже, показники площ переведемо в ділянки з рівними значеннями довжини і ширини потоку. Тому значення площ на одну людину матимуть наступні параметри комунікаційних шляхів (табл. 4).

Таблиця 4
Параметри пасажирських потоків на основі площі на одного пасажирів

Площа $\text{м}^2/\text{люд}$	Ширина потоку, м	Довжина потоку, м
0,4	0,64	0,64
0,8	0,9	0,9
1,2	1,1	1,1
1,6	1,27	1,27
2,0	1,41	1,41
2,4	1,55	1,55
2,8	1,68	1,68
3,2	1,79	1,79

Визначивши показники ділянок руху відповідно до площ на одного пасажирів, прослідкуємо залежність щільності пасажиропотоку пропускної спроможності від ширини l комунікаційних шляхів на рис. 6.

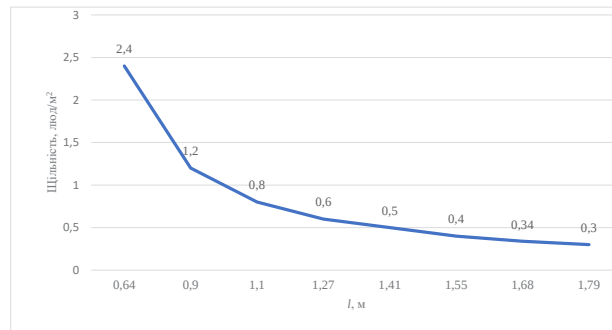


Рис. 6. Залежність щільності пасажиропотоку за умови $f_{пас} = 0,98 \text{ м}^2/\text{люд}$ пропускної спроможності від ширини l комунікаційних шляхів(м)

З графіка робимо висновок, що за умови збільшення ширини комунікаційного шляху зменшується щільність потоку, а під час зменшення ширини потоку – щільність навпаки збільшується.

Висновки. На основні проведених досліджень та виконаних розрахунків можна виділити основні вимоги щодо планувальної організації термінальної площі з мінімально допустимою шириною пішохідної зони, яка забезпечить вільний рух пасажирів із багажем. Мінімальна ширина пішохідної зони аеропорту для того, щоб як мінімум два пішоходи з багажем могли комфортно рухатися, не створюючи взаємного впливу, становить 3,65 м. Таким чином, одна смуга для руху становить 1,82 м. Якщо є перешкоди, такі як колони, знаки або лави, які можуть перешкоджати руху пішоходів, їх необхідно враховувати щодо мінімально допустимої ширини пішохідної зони.

Розташування входів та виходів впливає на поведінку пасажирів, як на самій аеровокзальній площі, так і в приміщенні аеровокзалу. Спостереження показують, що автомобілі, як правило, зупиняються біля площ прибуття та відправлення не більше ніж у трьох довжинах автомобіля (25 м) від входу в термінал, навіть якщо для цього потрібне подвійне паркування. Таким чином, щоб використовувати всю довжину площ прибуття та відправлення, входи повинні бути розміщені на відстані не більше 30 м один від одного.

Список використаних джерел:

1. Куцина І. А. Принципи і методи формування пішохідних просторів малих і середніх міст (на прикладі м. Ужгорода) : дис. канд. техн. наук: 05.23. Київ, 2018. 145 с.
2. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник. Поліщук В.П., Бакуліч О.О., Дзюба О.П. та ін. К.: Знання України, 2014. 467 с.
3. Рейцен Є. О. Організація і безпека міського руху: навчальний посібник / Є. О. Рейцен. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна, 2014. 454 с.
4. Систематологія на транспорті. Організація дорожнього руху. Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін. К.: Знання України, 2007. 452 с.
5. Сталій розвиток авіаційної інфраструктури: колективна монографія. За заг. ред. Карпова В. В. Львів-Торунь: Liha-Pres, 2023. 530 с.
6. Степанчук О. В. Обстеження пішохідних потоків на вулично-дорожній мережі міст. *Проблеми розвитку міського середовища*. К., НАУ, 2020. Вип. 2(25) С. 171–181.
7. Степанчук О. В. Принципи створення транспортно-екологічного моніторингу. *Містобудування та територіальне планування*. К.: КНУБА, 2001. № 9. С. 275–280.
8. Ломотко Д. В., Марасіна І. Є. Аналіз функціонування транспортно-пересадочних вузлів на високошвидкісних залізничних магістралях. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*, 2015, вип. 154. С. 39–47.
9. ДСТУ 8828:2019: Пожежна безпека. Загальні положення. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 84 с.
10. Класифікація валіз за розмірами, особливості кожного варіанта: Дата оновлення: 07.10.2023. URL: <https://budmolod.cx.ua/2019/09/04/klasifikacija-valiz-za-rozmirami-osoblivosti> (дата звернення: 30.09.2023).

References:

1. Kutsyna, I. A. (2018). *Pryntsypy i metody formuvannia pishokhidnykh prostoriv malykh i serednikh mist (na prykladi m. Uzhhoroda)* [Principles and methods of forming pedestrian spaces in small and medium-sized cities (using the example of Uzhhorod)]. Candidate's thesis. Kyiv [in Ukrainian].
2. Polishchuk, V.P., Bakulich, O.O., & Dziuba, O.P., et al. (2014). *Orhanizatsiia ta rehuliuвання dorozhnoho rukhu* [Organization and regulation of road traffic]. Znannia Ukrainy, Kyiv [in Ukrainian].
3. Reitsen, Ye.O. (2014). *Orhanizatsiia i bezpeka miskoho rukhu: navchalnyi posibnyk* [Organization and safety of urban traffic: a study guide]. Kyiv: TOV «SIK HRUP [in Ukrainian].
4. Havrylov, E.V., Dmytrychenko, M.F., & Dolia, V.K., et al. (2007). *Systematolohiia na transporti. Orhanizatsiia dorozhnoho rukhu* [Systematology in transport. Organization of traffic]. Znannia Ukrainy, Kyiv [in Ukrainian].
5. Karpov, V.V. (Ed.). (2023). *Stalyi rozvytok aviatsiinoi infrastruktury: kolektyvna monohrafiia* [Sustainable development of aviation infrastructure: collective monograph]. Lviv – Torun: Liha-Press [in Ukrainian].
6. Stepanchuk, O.V. (2020). *Obstezhennia pishokhidnykh potokiv na vulychno-dorozhnii merezhi mist* [Survey of pedestrian flows on the street and road network of cities]. *Problemy rozvytku miskoho seredovyscha – Problems of the development of the urban environment*. K., NAU. Vyp. 2(25), 171–181 [in Ukrainian].
7. Stepanchuk, O.V. (2001). *Pryntsypy stvorennia transportno-ekolohichnoho monitorynhu* [Principles of creating transport and environmental monitoring]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia – Urban planning and territorial planning*. K.: KNUBA. № 9, 275–280 [in Ukrainian].
8. Lomotko, D.V., & Marasina, I.Ye. (2015). *Analiz funktsionuvannia transportno-peresadochnykh vuzliv na vysokoshvydkisnykh zaliznychnykh mahistraliakh* [Analysis of the functioning of transport interchanges on high-speed railway lines]. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDUZT – Collection of scientific works of UkrDUZT*. vyp. 154 [in Ukrainian].
9. Vyd. ofits. Kyiv: DP «UkrNDNTs» (2020). DSTU 8828:2019: *Pozhezhna bezpeka. Zahalni polozhennia*. [DSTU 8828:2019: Fire Security. Terms], 84 [in Ukrainian].
10. *Klasyfikatsiia valiz za rozmiramy, osoblyvosti kozhnoho varianta*. [Classification of suitcases by size, features of each option] Retrieved from: <https://budmolod.cx.ua/2019/09/04/klasifikacija-valiz-za-rozmirami-osoblivosti> [in Ukrainian].