

УДК 519.854.3:656.13

Кузькін О.Ф.¹, Райда І.М.², Олексенко О.С.³

¹ д-р техн. наук, проф. каф. ТТ НУ «Запорізька політехніка»

² ст. викл. каф. ТТ НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. Т-311 НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗАЛЕЖНОСТІ КІЛЬКОСТІ КОНТАКТІВ ПАСАЖИРІВ ВІД ОБСЯГУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ НА МАРШРУТІ

В періоди виникнення епідемічних спалахів громадський транспорт розглядається як один із можливих шляхів поширення інфекції [1]. Природньо припустити, що основним з найвпливовіших факторів на ризик потенційного зараження пасажирів під час здійснення поїздки є кількість його контактів з іншими пасажирів. Тому важливим бачиться дослідити ступінь впливу загального обсягу перевезень окремого рейсу маршрутного транспортного засобу на кількість контактів окремого пасажирів.

Обсяг перевезень пасажирів на окремому рейсі є одним з основних техніко-експлуатаційних та результативних показників операційної діяльності міського масового пасажирського транспорту.

З точки зору можливого ризику зараження для визначення загальної кількості контактів одного пасажирів потрібно висунути наступне припущення: якщо пасажирів знаходяться одночасно в салоні транспортного засобу, вважатимемо, що вони контактують один з одним, не зважаючи на розмір салону та фактичну відстань між двома окремо взятими пасажирів. Пасажирів рухаються де-який час в закритому просторі, що є гарною умовою для розповсюдження повітряно-крапельних інфекцій. Тому таке припущення є цілком логічним, особливо для щільно заповнених транспортних засобів.

Дослідження було виконано на чотирьох автобусних маршрутах в місті Запоріжжя табличним методом. Загальна кількість рейсів, які були досліджені, складає 213 одиниць.

Були розраховані основні статистики, а саме математичне очікування m_x та стандартне відхилення σ_x для вибірки кожного маршруту окремо (табл. 1).

Для встановлення впливу обсягу перевезень пасажирів на результативні показники, що характеризують контакти пасажирів, а саме загальну кількість

контактів пасажирів за рейс (E) та середню кількість контактів одного пасажирів ($\bar{k}$), розрахуємо матрицю коефіцієнтів парної лінійної кореляції Пірсона (табл. 2) [2].

Результати розрахунку свідчать, що обсяг перевезених пасажирів за рейс Q , має суттєвий вплив на зазначені показники й зв'язок є сильним та прямим.

Таблиця 1 – Основні статистики

Маршрути		Обсяг перевезень Q , пас	Загальна кількість контактів пасажирів, E	Середня кількість контактів одного пасажирів, $\bar{k}$
1	m_x	17,39	181,8	15,98
	σ_x	9,32	190,4	9,30
2	m_x	29,71	395,4	25,32
	σ_x	6,56	186,9	6,43
3	m_x	41,19	803,4	36,27
	σ_x	10,39	435,7	11,69
4	m_x	123,6	4630,0	64,39
	σ_x	48,19	3377,5	31,76

Таблиця 2 – Матриця парних коефіцієнтів кореляції між обсягом перевезень пасажирів та результативними показниками

Результативні показники	Коефіцієнт парної кореляції r для, Q пас.
E	0,944
$\bar{k}$	0,927

На рис. 1 наведене графічне представлення залежності кількості контактів пасажирів E під час поїздки від обсягу перевезень пасажирів на маршруті за рейс Q (а) та відношення обсягу перевезень пасажирів за рейс до пасажиромісткості рухомого складу $\frac{Q}{a_{\text{н}}}$ (б).

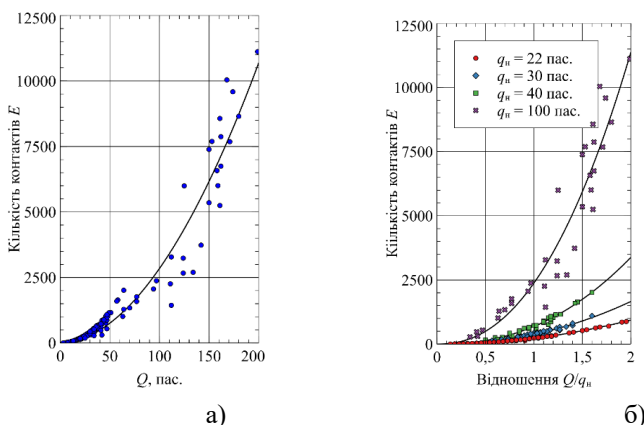


Рисунок 1 – Графіки залежностей кількості контактів пасажирів від обсягу перевезень пасажирів за рейс

Як видно з наведених на рис. 1 графіків, ці залежності є нелінійними і добре описуються степеневою моделлю регресії виду $y(x) = a \cdot x^b$. Результати регресійного аналізу наведені у табл. 3.

Таблиця 3 – Результати регресійного аналізу залежності кількості контактів пасажирів від обсягу перевезень пасажирів за рейс

Фактор	Пасажиромісткість q_n , пас.	Коефіцієнти регресії		Коефіцієнт детермінації R^2
		a	b	
$\frac{Q}{q_n}$	22	225,04	2,127	0,902
	30	381,39	2,043	0,978
	40	689,77	2,230	0,956
	100	2743,0	2,063	0,998
Q , пас.	22 ... 100	0,6314	1,861	0,951

Таким чином, залежність кількості контактів пасажирів E зростає у приблизно квадратичній залежності від обсягу перевезень пасажирів за рейс, при цьому константа рівняння регресії нелінійно збільшується при збільшенні пасажиромісткості рухомого складу.

Проведемо аналогічний аналіз для результативного показника середньої кількості контактів одного пасажирів за рейс. На рис. 2 наведені поле кореляції та графіки залежності середньої кількості контактів пасажирів $\bar{k}$ від обсягу перевезень пасажирів за рейс Q .

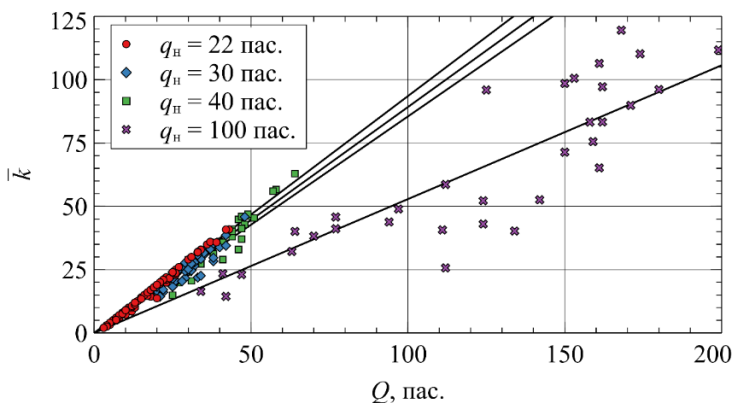


Рисунок 2 – Залежність середньої кількості контактів пасажирів від обсягу перевезень пасажирів за рейс

Аналіз графіків дає підстави стверджувати, що ці залежності є прямими з кореляційним зв'язком середньої та високої сили та задовільно описуються лінійною моделлю регресії виду $y(x) = a \cdot x + b$. Результати регресійного аналізу наведені у табл. 4.

Таблиця 4 – Результати регресійного аналізу залежності середньої кількості контактів пасажирів від обсягу перевезень пасажирів за рейс

Пасажиромісткість q_n , пас.	Коефіцієнти регресії		Коефіцієнт детермінації R^2
	a	b	
22	0,9931	-1,2936	0,9924
30	0,9068	-1,6184	0,8568
40	1,0806	-8,2401	0,9216
100	0,5784	-7,0715	0,7705

Отримані результати свідчать, що середню кількість контактів пасажирів на досліджуваних маршрутах з рухомим складом пасажиромісткістю 22 ... 40 пасажирів можна наближено прийняти рівною обсягу перевезень пасажирів на маршруті за рейс. Для маршруту, який обслуговується рухомим складом з пасажиромісткістю 100 пас. середня кількість контактів пасажирів приблизно дорівнює 60 % обсягу перевезень пасажирів за рейс.

Отримані регресійні залежності кількості контактів пасажирів під час користування громадським транспортом можуть бути використані у моделях поширення інфекції серед населення під час епідемій чи пандемій. Залежності середньої кількості контактів пасажирів під час поїздки можуть

бути використані у моделях ризиків захворювання пасажирів при користування громадським транспортом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kumar P., Khani A., Lind E., Levin J. Estimation and Mitigation of Epidemic Risk on a Public Transit Route using Automatic Passenger Count Data. *Transportation Research Record Journal*, February 2021, Vol. 2675(6). doi: [10.1177/0361198120985133](https://doi.org/10.1177/0361198120985133).

2. Лашених О.А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних процесів і систем / О.А. Лашених, О.Ф. Кузькін, С.В. Грицай. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 420 с.