

**СОЦІАЛЬНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ НАУКИ**

УДК 656.1

[https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.3.29](https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2019.3.29)**О.А. ВОЙТОВИЧ**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-0510-4362**В.О. ТКАЧ**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0001-8317-3270**ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗМІНИ АВТОБУСНОГО  
МАРШРУТУ № 7 У М. ХЕРСОН ТА ОЦІНКА ЇЇ ДОЦІЛЬНОСТІ**

*Стаття "Дослідження результатів зміни автобусного маршруту № 7 у м. Херсон та оцінка її доцільності" авторів Войтович О.А., Ткач В.О. присвячена проблемі своєчасного та якісного задоволення попиту пасажирів громадського транспорту на перевезення, яка в сучасному місті переростає з чисто транспортної у соціальну. Вирішення цієї проблеми потребує створення таких моделей функціонування транспортного комплексу, в яких би поєднувалися національні та регіональні інтереси автотранспортних підприємств і населення. Такі завдання вирішуються шляхом розробки регіональних програм щодо задоволення попиту на перевезення, а основою, в системній побудові всіх можливих видів організації перевезень пасажирів, є виявлення закономірностей ланок і елементів доставки.*

*В роботі розглянуто технологічну схему переміщення пасажирів та нову схему пасажироперевезення на міському автобусному маршруті загального користування №7 у м. Херсон. Головним об'єктом управління за технологічною схемою є матеріальні і супутні ним потоки інформації і грошових коштів, які забезпечують технологію перевезення.*

*Мета дослідження проаналізувати результати функціонування транспорту після зміни автобусного маршруту № 7 у м. Херсон та оцінити її доцільність з точки зору задоволення соціальних вимог населення. Представлені табличні методи дослідження пасажиропотоку при вибірковому обстеженні. Показана потужність (напруженість) пасажирообігу та порівняльні характеристики нерівномірності пасажиропотоку на різних ділянках автобусного маршруту.*

*За результатами досліджень встановлено, що заходи щодо скорочення загального часу переміщення мають бути направлені на зменшення всіх його складових та проведені розрахунки часу, які витрачають пасажир на переміщення до та після зміни (подовження) маршруту. Просторова характеристика переміщень визначає топографію маршрутної мережі транспорту. Оновлений маршрут дозволяє скоротити час, який пасажир витрачає на переміщення маршрутом.*

*Ключові слова: транспортна мережа, транспортні засоби, переміщення пасажирів, пасажиропоток, пасажирообіг, зупинний пункт.*

**О.А. ВОЙТОВИЧ**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0003-0510-4362**В.А. ТКАЧ**Херсонський національний технічний університет  
ORCID: 0000-0001-8317-3270**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕНЕНИЯ АВТОБУСНОГО  
МАРШРУТА № 7 В Г. ХЕРСОН И ОЦЕНКА ЕГО ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ**

*Статья "Исследование результатов изменения автобусного маршрута № 7 в г. Херсон и оценка его целесообразности" авторов Войтович О.А., Ткач В.А. посвящена проблеме своевременного и качественного удовлетворения спроса пассажиров общественного транспорта на перевозку, которая в современном городе перерастает из чисто транспортной в социальную. Решение этой проблемы требует создания таких моделей функционирования транспортного комплекса, в которых бы сочетались национальные и региональные интересы автотранспортных предприятий и населения. Такие задачи решаются путем разработки региональных программ по удовлетворению спроса на перевозки, а основой, в системном построении всех возможных видов организации перевозок пассажиров, является выявление закономерностей звеньев и элементов доставки.*

В работе рассмотрены технологическая схема перемещения пассажиров и новая схема пассажироперевозки на городском автобусном маршруте общего пользования №7 в г. Херсон. Главным объектом управления по технологической схеме есть материальные и сопутствующие им потоки информации и денежных средств, обеспечивающих технологию перевозки.

Цель исследования проанализировать результаты функционирования транспорта после изменения автобусного маршрута № 7 в г. Херсон и оценить ее целесообразность с точки зрения удовлетворения социальных требований населения. Представлены табличные методы исследования пассажиропотока при выборочном обследовании. Показана мощность (напряженность) пассажирооборота и сравнительные характеристики неравномерности пассажиропотока на разных участках автобусного маршрута.

По результатам исследований установлено, что меры по сокращению общего времени перемещения должны быть направлены на уменьшение всех его составляющих и проведены расчеты времени, которые тратят пассажиры на перемещение до и после изменения (продления) маршрута. Пространственная характеристика перемещений определяет топографию маршрутной сети транспорта. Обновленный маршрут позволяет сократить время, которое пассажиры тратят на перемещение по маршруту.

Ключевые слова: транспортная сеть, транспортные средства, перемещение пассажиров, пассажиропоток, пассажирооборот, остановочный пункт.

O.A. VOYTOVICH

Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0003-0510-4362

V.O. TKACH

Kherson National Technical University  
ORCID: 0000-0001-8317-3270

#### RESEARCH OF RESULTS OF CHANGE OF BUS ROUTE № 7 IN KHERSON AND ASSESSMENT OF ITS PERFORMANCE

The article "Research of results of change of bus route № 7 in Kherson and assessment of its performance" authors Voitovich O.A, Tkach V.A. it is devoted to the problem of timely and high-quality satisfaction of the demand of public transport passengers for transportation, which in a modern city is developing from a purely transport to a social one. The solution to this problem requires the creation of such models of the functioning of the transport complex, which would combine the national and regional interests of motor transport enterprises and the population. Such problems are solved by developing regional programs to meet the demand for transportation, and the basis, in the systematic construction of all possible types of organization of passenger transportation, is to identify the patterns of links and delivery elements.

The work considers the technological scheme of passenger movement and the new scheme of passenger transportation on the city public bus route No. 7 in Kherson. The main object of management according to the technological scheme is the material and accompanying flows of information and cash that provide transportation technology.

The purpose of the study is to analyze the results of the functioning of transport after changing the bus route No. 7 in Kherson and evaluate its feasibility in terms of meeting the social requirements of the population. Tabular methods for studying passenger flow during a sample survey are presented. The power (tension) of passenger traffic and comparative characteristics of the unevenness of passenger flow in different sections of the bus route are shown.

According to the results of studies, it was found that measures to reduce the total travel time should be aimed at reducing all its components and time calculations should be carried out that passengers spend on moving before and after changing (extending) the route. The spatial characteristic of movements determines the topography of the route network of transport. The updated route allows you to reduce the time that passengers spend on moving along the route.

Keywords: transport network, vehicles, passenger movement, passenger flow, passenger traffic, stopping point.

#### Постановка проблеми

Пасажири в межах міста і передмість переміщуються в переважно громадським транспортом, при відсутності у більшості населення особистих транспортних засобів, проблема своєчасного та якісного задоволення попиту на перевезення переростає з чисто транспортної у соціальну.

Вочевидь, що в цих умовах необхідне створення таких моделей функціонування транспортного комплексу, в яких би поєднувалися національні та регіональні інтереси автотранспортних підприємств і населення. Вирішення таких завдань бачиться в розробці регіональних програм із задоволення попиту на

перевезення. Складання програм повинен передувати ретельний аналіз ситуації, що склався, в регіоні по обслуговуванню населення пасажирськими перевезеннями.

Складові елементи доставки пасажирів характеризуються певними властивими лише ним закономірностями. Користувачі транспортних послуг в даний час віддають перевагу таким показникам, як дотримання тимчасових графіків доставки пасажирів (розклади), відповідальність за надання обумовлених послуг, надійність доставки. Виконання цих вимог пов'язане з досить точною тимчасовою оцінкою ланок доставки пасажирів, тобто із знанням закономірностей зміни всіх елементів і встановленням конкретних величин. Виявлення закономірностей ланок і елементів доставки є основою в системній побудові всіх можливих видів організації перевезень пасажирів.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Простою організацією для перевезення пасажирів є перевізний комплекс (ланка).

Організаційна структура транспортного комплексу (ланки) передбачає оптимізацію складу елементів, структуру їх і взаємозв'язок між ними [2].

Головним об'єктом управління за технологічною схемою переміщення пасажирів (рис. 1) є матеріальні і супутні ним потоки інформації і грошових коштів, які забезпечують технологію перевезення, що реалізується, а основою побудови ефективної системи операційного менеджменту – виробничий розклад, сформований, виходячи із завдань задоволення споживчого попиту на транспортні послуги.

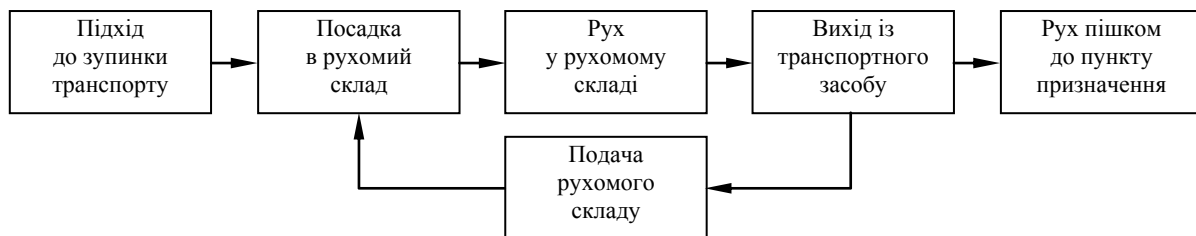


Рис. 1. Технологічна схема переміщення пасажирів

Виробничий розклад, складений на основі об'ємно-календарного планування, дозволяє встановити диференційовані по кожному елементу доставки об'ємні і тимчасові характеристики матеріальних потоків. Класичним методом об'ємно-календарного планування і складання виробничого розкладу є запропонована ще в 1912 р. Г. Гантом стрічкова діаграма, в якій співвідносяться час і види виконуваних робіт [1]. Є і складніші методи планування, коли пропонується послідовне або послідовно-паралельне виконання певних робіт і їх операцій з метою скорочення тривалості загального технологічного циклу.

Необхідно відзначити, що ланки і складові їх елементи доставки, так само як і характеристики попиту на перевезення, відрізняються високою мірою невизначеності, тобто стохастичністю [2,4].

Для підвищення ефективності і системної стійкості при перевезенні пасажирів має бути забезпечена максимальна координація і інтеграція всіх ланок транспортного процесу, що беруть участь у формуванні і управлінні основними і допоміжними матеріальними і пов'язаними з ними інформаційними і фінансовими потоками. Елементами (ланками) транспортного процесу при перевезенні пасажирів, як наголошувалося вище, є: підхід до зупинки, чекання автобуса, переміщення в транспортному засобі і рух до пункту призначення [2,5].

Інтереси пасажирів зводяться до наступного: мінімізація витрат часу і засобів на поїздки; максимізація надійності в роботі транспортних засобів; безпека і комфорт під час користування транспортом. Інтереси суспільства характеризуються [3]:

- задоволенням соціальних вимог населення; економією території; рентабельністю роботи транспортних підрозділів;
- мінімізацією шкідливого впливу на здоров'я і продуктивність праці членів суспільства;
- мінімізацією шкідливого впливу транспорту на природне довкілля.

#### Формулювання мети дослідження

Дослідження результатів функціонування транспорту після зміни автобусного маршруту № 7 у м. Херсон та оцінка її доцільності з точки зору задоволення соціальних вимог населення.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Для того, щоб удосконалити організацію перевезень пасажирів, необхідно знати закономірності зміни ланок і елементів транспортного процесу.

З 1 лютого 2013 року Відділ транспортної, дорожньої інфраструктури і зв'язку у м. Херсон затвердило нову схему пасажироперевезення на міському автобусному маршруті загального користування №7 «вул. Чайковського – м/н Текстильний» (рис. 2).

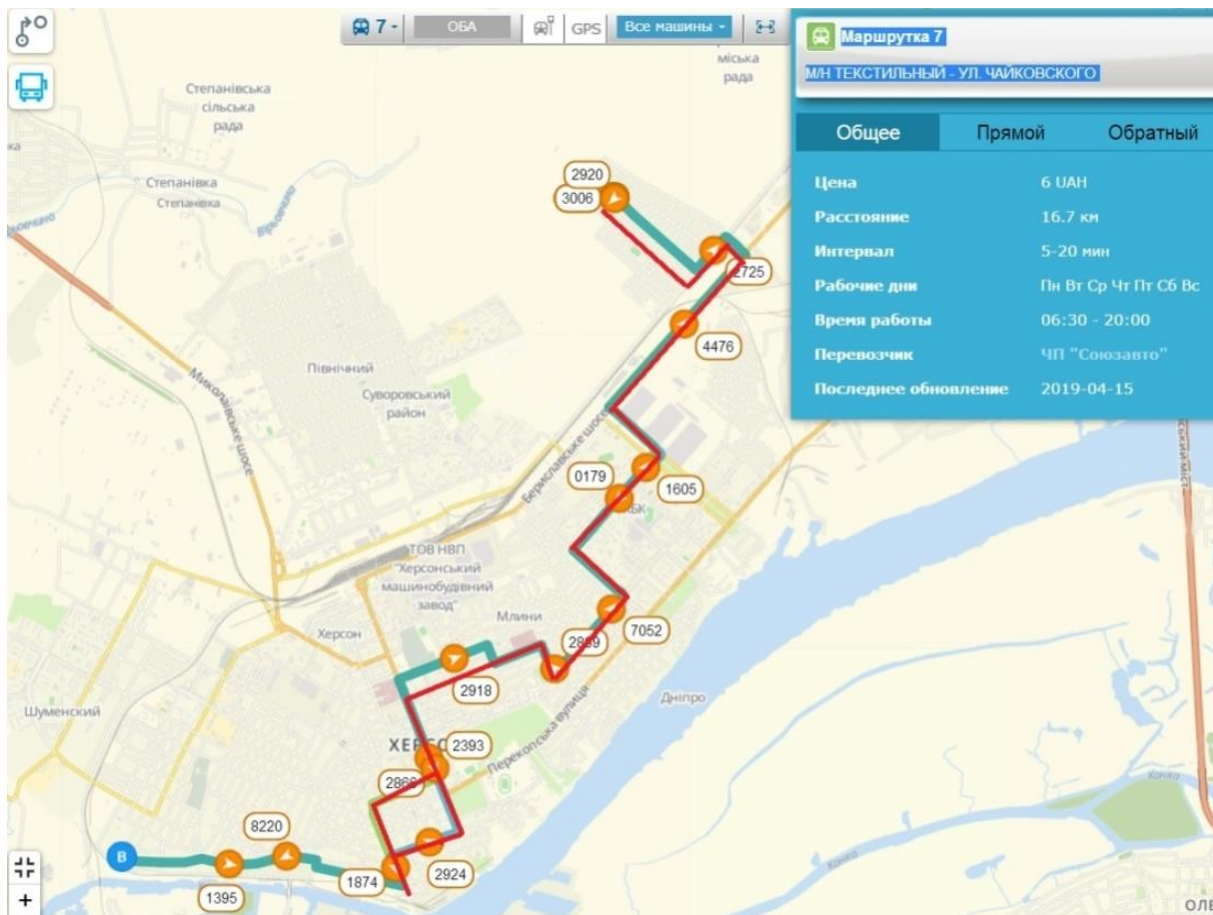


Рис. 2. Схема маршруту № 7 у м. Херсон до (червоним кольором) та після (блакитним кольором) зміни

Подовження маршруту відбулось вздовж вул. Чайковського. Ділянка від кінцевої нового маршруту №7 до зупинок транспорту інших маршрутів (Корабельна площа) має довжину 2,545 км. Тобто населення цього житлового масиву витрачало на підхід:

$$t_{\text{під}} = 2,545/5 = 0,509 \text{ год} = 30,5 \text{ хв.}$$

Час пересування від зупинки до об'єкту тяжіння  $t_{\text{від}}$  чисельно можна прийняти рівним часу підходу  $t_{\text{під}}$ :

$$t_{\text{під}} = t_{\text{від}} = 30,5 \text{ хв.}$$

Тривалість етапу посадки в пересувний склад пов'язана з чеканням транспорту. Необхідність чекання рухомого складу виникає через розбіжність часу між моментом виникнення потреби переміщення і моментом можливості її задоволення. Час чекання пасажиром чергового автобуса на зупинному пункті є функцією інтервалу руху між автобусами –  $t_i$ . Коли пасажир підходить до зупинки у момент прибуття автобуса, тоді час чекання  $t_{\text{оч}} = 0$ . Коли пасажир підходить у момент відправлення автобуса, то  $t_{\text{оч}} = t_i$ . Таким чином, середній час чекання пасажиром автобуса  $t_{\text{очср}}$  складає [3]:

$$t_{\text{очср}}^{\text{cp}} = \frac{t_{i\text{max}} + t_{i\text{min}}}{2} = 0,5t_i$$

Інтервал руху автобусів на маршруті № 7 складає

$$t_i = 5 \text{ хв } 20 \text{ сек } ,$$

Тоді:

$$t_{\text{очср}}^{\text{cp}} = 2 \text{ хв } 40 \text{ сек}$$

Розрахуємо час, витрачений пасажирами  $t_{\text{пас}1}$  до подовження маршруту:

$$t_{\text{пас}1} = 30,5 + 2,5 + 20 + 30,5 = 83,5 \text{ хв.}$$

Життєдіяльність людини визначає його потребу в переміщенні. Інтенсивність переміщень кількісно визначається рухливістю, тобто числом переміщень, що здійснюються в транспорті або пішки одним жителем в рік. Просторова характеристика переміщень часто визначає топографію маршрутної мережі транспорту.

Розрахуємо час, витрачений пасажирами  $t_{\text{пас}2}$  після подовження маршруту:

$$t_{\text{пас}2} = 5 + 2,65 + 20 + 5 = 32,65 \text{ хв.}$$

Заощаджений населенням час складає 50,85 хв.

Таким чином, чим більше щільність транспортної мережі (менше значення  $t_{\text{від}}$  і  $t_{\text{від}}$ ), інтенсивніше рух (менше  $t_{\text{оч}}$ ) і вище швидкість доставки при дотриманні безпеки руху (менше  $t_i$ ), тим швидше буде здійснено переміщення.

Для населення житломасиву в районі вул. Чайковського час підходу до зупинки та відходу від зупинки «Корабельна площа» занадто великий, настільки, що питання користування громадським транспортом зводиться нанівець.

Тому заходи щодо скорочення загального часу переміщення мають бути направлені на зменшення всіх його чотирьох складових. А саме, прокладання маршруту громадського транспорту вздовж вул. Чайковського має велике значення для задоволення соціальних вимог населення, продуктивності праці членів суспільства тощо.

Транспортна рухливість населення в межах населеного пункту призводить до формування потоків пасажирів з різними напрямками і потужністю.

Для дослідження пасажиропотоку у даній роботі використовували табличний метод обстеження [2,5], що проводився обліковцями, які розташовуються у салоні автобуса біля кожних дверей. Обліковці забезпечувалися таблицями обстеження, в яких, окрім даних по автобусу, його виходу і зміні, вказувалися номери рейсу в прямому напрямі, час їх відправлення і зупинки.

По кожній зупинці рейсу обліковці заносили у відповідні графи число пасажирів, що увійшли і вийшли, а потім підраховували наповнення на перегонах маршруту.

Облік і реєстрація пасажирів, що переміщувалися, велися окремо кожним обліковцем, а обробка отриманих даних – спільно.

Потужність пасажиропотоку і пасажирообміну зупинкового пункту вимірюється в пасажирах на годину, хв, рік. Так, потужність пасажиропотоку, тобто кількість пасажирів, що проїжджають за одиницю часу на заданій ділянці транспортної мережі в одному напрямку, між двома пунктами зупинок «вул. Потьомкінська» та «Фабрика "Красень"» маршруту № 7 становить:

$$14 * 60 / 5,3 = 158 \text{ пас-год.}$$

Пасажирообмін зупинкового пункту «Дитяча обласна лікарня», тобто сумарне число пасажирів, що підходять на зупинний пункт і сідають у транспортний засіб, і пасажирів, що виходять з салону пасажирського транспортного засобу на даному зупинному пункті в одиницю часу, склав:

$$6 * 60 / 5,3 = 67 \text{ пас-год.}$$

Загальна кількість перевезених пасажирів за маршрутом, напрямку або в цілому по населеному пункту за певний період часу становить обсяг перевезених пасажирів. Обсяг перевезень вимірюється в пасажирах.

Пасажирообіг є основним розрахунковим техніко-економічним показником та розраховується за формулою:

$$P = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot l_{\text{ен}i},$$

$$P_1 = 173,82 \text{ пас-км, } P_2 = 218,76 \text{ пас-км,}$$

де  $Q_i$  – кількість пасажирів, перевезених на відстань  $l_{\text{ен}i}$ ;

$P_1, P_2$  – показники пасажирообігу розраховані відповідно до та після зміни маршруту.

Пасажирообіг є найважливішим синтетичним показником, що характеризує роботу транспорту, бо він враховує в сукупності і кількість перевезених пасажирів, і відстань їх перевезення, що дозволяє оцінити і порівняти роботу окремих транспортних засобів.

Велику роль при організації руху пасажирського транспорту грає нерівномірність розподілу пасажиропотоків у часі і по окремих ділянках діючих маршрутів. Тому для ефективного використання рухомого складу і забезпечення високого рівня обслуговування пасажирів, необхідно знати напрямки, розміри та ступінь нерівномірності пасажиропотоків.

Пасажиропотоки характеризують навантаження транспортної мережі за напрямками переміщень в певний період часу (годину, добу, місяць).

Пасажиропотоки не є величиною постійною, тобто вони нерівномірні. Ступінь нерівномірності пасажиропотоків оцінюється за допомогою коефіцієнта нерівномірності  $\eta_{нд}$ .

Нерівномірність пасажиропотоку по ділянках маршруту:

$$\eta_{нд} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{сер}}}$$

де  $Q_{\max}$  і  $Q_{\text{сер}}$  – відповідно максимальна потужність пасажиропотоку найбільш завантаженої ділянки маршруту по одному з напрямків за певний період часу і середньоарифметичне значення пасажиропотоку по всіх ділянках маршруту в цьому ж напрямку за аналогічний період часу. Середнє значення пасажиропотоку по ділянках маршруту розраховується наступним чином:

$$Q_{\text{сер}} = \frac{Q_{1-2} + Q_{2-3} + \dots + Q_{k-1-k}}{k},$$

де  $Q_{1-2}$  – величина пасажиропотоку на ділянці маршруту між першим і другим зупинним пунктами, пас.;  
 $k$  – кількість ділянок на маршруті в даному напрямку.

$$k = r - 1,$$

де  $r$  – число зупиночних пунктів на маршруті в даному напрямку.

$$\begin{aligned} k_1 &= 27 - 1 = 26; \\ k_2 &= 34 - 1 = 33. \\ Q_{\text{сер.д.1}} &= 6,69 \text{ пас-км}; \\ Q_{\text{сер.д.2}} &= 6,23 \text{ пас-км}. \end{aligned}$$

Нерівномірність пасажиропотоків по окремих днях тижня і місяцях року визначається специфікою попиту на перевезення. У внутрішньоміському сполученні пасажиропотоки найбільш інтенсивні по робочих днях. На приміських та міжміських маршрутах перевезення збільшуються у вихідні та святкові дні. У літній період у зв'язку з масовими відпустками обсяг перевезень в містах знижується, а в приміських і міжміських повідомленнях істотно зростає.

Коефіцієнти нерівномірності з урахуванням максимального пасажирообігу на ділянці маршруту «Залізобетонний комбінат – ТРЦ «Фабрика»:

$$\begin{aligned} \eta_{нд1} &= 3,39; \\ \eta_{нд2} &= 3,64. \end{aligned}$$

Значення коефіцієнтів нерівномірності для великих міст знаходиться в межах:  $\eta_{нд} = 1,5 \dots 2,0$ .

При значенні  $\eta_{нд}$  більше 2,0 слід на даному напрямку вводити укорочені маршрути між ділянками з високою потужністю пасажиропотоку.

Але врахуємо, що задана ділянка є такою, що сполучає місто Херсон з селищем Текстильний.

Розглянемо інші ділянки маршруту на території міста:

До зміни маршруту максимальний пасажирообіг був на ділянці «вул. Кременчуцька – вул. Тираспільська» ( $Q = 10,88$  пас-км).

Після зміни – «вул. Київська – вул. Ст. Разіна» ( $Q = 11,05$  пас-км).

Тоді коефіцієнти нерівномірності:

$$\begin{aligned} \eta_{нд1} &= 1,63; \\ \eta_{нд2} &= 1,67. \end{aligned}$$

Отже, нерівномірність пасажиропотоків знаходилась і знаходиться сьогодні у межах норми.

**Висновки**

Отримано наступні результати розрахунків функціонування міського автобусного маршруту загального користування №7 «вул. Чайковського – с. Текстильників»:

- а) економія часу жителів житломасиву поблизу вул. Чайковського на поїздку складає 50,85 хв;
- б) пасажирообіг збільшився на 45 пас-км;
- в) нерівномірність пасажиропотоків відповідає типам ділянок маршруту.

**Список використаної літератури**

1. Луб'яний П.В. Ефективність пасажирської маршрутної мережі міст. Дис...канд. техн. наук. – Харків, 2005, 175 с.
2. Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення. Навчальний посібник / М.Г.Босняк– К.: Видавничий Дім “Слово”, 2009. – 272 с.
3. Яновський П.О. Пасажирські перевезення: Навчальний посібник / П.О.Яновський – Київ.: НАУ, 2008.– 469 с.
4. Афанасьев Л.Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки: Учебник / Л.Л.Афанасьев, Н.Б.Островский, С. М.Цукерберг – М: Транспорт, 1984. – 384 с.
5. Блатное М.Д. Пассажи́рские автомоби́льные перевозки. Учебник/ М.Д.Блатное – М: Транспорт, 1981. – 198 с.
6. Володин Е.П. Организация и планирование перевозок пассажиров автомобильным транспортом: Учебник / – Е.П.Володин, Н.Н.Громов – М.: Транспорт, 1982. – 198 с.
7. Гудков В.А. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: Учебник / В.А.Гудков, Л.Б.Миротин – М.: Транспорт, 1997. – 254 с.

**References**

1. Lubyanyu P.V. Efektyvnist' pasazhyrs'koyi marshrutnoyi merezhi mist. Diss. kand. techn. nauk [Efficiency of the urban passenger route network. Cand. tech. sci. diss.]. Kharkiv, 2005, 175 p.
2. Bosnyak M.H. Pasazhyrs'ki avtomobil'ni perevezennya. Navchal'nyy posibnyk [Passenger road transport. Textbook]. K, Vydavnychyy Dim “Slovo”, 2009. 272 p.
3. Yanovs'kyu P.O. Pasazhyrs'ki perevezennya: Navchal'nyy posibnyk [Passenger Transportation: Textbook]. Kyuiv, NAU, 2008. 469 p.
4. Afanas'yev L.L., Ostrovskiy N.B., Tsukerberg S.M. Yedinaya transportnaya sistema i avtomobil'nyye perevozki: Uchebnik [Unified transport system and road transport: Textbook]. M, Transport, 1984. 384 p.
5. Blatnoye M.D. Passazhirskiye avtomobil'nyye perevozki. Uchebnik [Passenger car transportation. Textbook]. M, Transport, 1981. – 198 p.
6. Volodin Ye.P., Gromov N.N. Organizatsiya i planirovaniye perevozok passazhirovo avtomobil'nyim transportom: Uchebnik [Organization and planning of passenger transportation by road: Textbook]. M, Transport, 1982. 198 p.
7. Gudkov V.A., Mirotin L.B. Tekhnologiya, organizatsiya i upravleniye passazhirskimi avtomobil'nyimi perevozkami: Uchebnik [Technology, organization and management of passenger road transport: Textbook]. M, Transport, 1997. 254 p.