

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Гончаренко Сергій Юрійович

УДК 656.072

ДИСЕРТАЦІЯ

ВИЗНАЧЕННЯ ПОПИТУ НА ПОСЛУГИ ПАСАЖИРСЬКОГО
МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТУ В СЕРЕДНІХ МІСТАХ

05.22.01 – Транспортні системи

27 – Транспорт

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

С.Ю. Гончаренко

(ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник Горбачов Петро Федорович, доктор технічних наук, професор

Харків – 2017

АНОТАЦІЯ

Гончаренко С. Ю. Визначення попиту на послуги пасажирського маршрутного транспорту в середніх містах. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи» (275 – Транспортні технології). – Харківський національний автомобільно-дорожній університет МОН України, Харків, 2017.

Дисертація присвячена вирішенню науково-прикладної задачі визначення попиту на послуги міського пасажирського транспорту в середніх містах на основі результатів вибірових обстежень на маршрутній мережі табличним методом.

В роботі розроблено новий науковий підхід до формування матриць маршрутних кореспонденцій на основі вибіркового обстеження та імітаційної моделі, який на відміну від існуючих, дозволяє статистично обґрунтувати кількість необхідних спостережень для забезпечення заданого рівня достовірності даних. Поряд з цим розроблено новий метод визначення місць пересадки пасажирів на маршрутній мережі на основі даних про пасажирообмін зупиночних пунктів, який на відміну від існуючих, дозволяє з заданою ймовірністю аналітично локалізувати місця пересадки шляхом врахування амплітуди коливань пасажирообміну. В роботі приділено увагу удосконаленню підходу до моделювання попиту на транспортне обслуговування за рахунок розробленого способу агрегування маршрутних матриць кореспонденцій. Отримали подальший розвиток методи формування моделі попиту пасажирів на пересування на основі результатів обстеження міських маршрутів табличним методом.

В першому розділі дисертаційної роботи виконано аналітичні дослідження щодо сучасних методів визначення попиту на основі моделювання та натурних обстежень. Приділено увагу виявленню особливостей транспортної

інфраструктури середніх міст України. Визначено, що для середніх міст немає спеціально розробленого підходу до формування даних про попит на транспортне обслуговування населення, який би гарантував високу достовірність результуючих даних та враховував специфіку формування маршрутних мереж в середніх містах. Сформовано напрямок дослідження – застосування натурних методів обстеження з використанням інструментарію теорії ймовірностей та математичної статистики для оцінки можливості проведення не суцільних, а вибірових замірів на маршрутній мережі середнього міста.

В рамках теоретичних досліджень на першому етапі проведено математичну формалізацію попиту на транспортне обслуговування населення середніх міст. На основі аналітичних досліджень зроблено висновок про застосування найбільш поширеного способу представлення попиту на пересування, а саме – матриці мережових кореспонденцій. В зв'язку з цим в рамках математичної формалізації запропоновано розглядати мережеву матрицю пересувань, як функцію від загальної сукупності маршрутних матриць кореспонденцій та коефіцієнта пересадковості. Таким чином вирішувану задачу розділено на два умовні напрямки: визначення сукупності матриць маршрутних кореспонденцій та оцінку значення коефіцієнту пересадковості для середнього міста. При цьому важливим питанням є збереження високої достовірності вихідних даних та точність підсумкового прогнозу пересувань по мережі. Відомо, що застосування натурних методів обстеження пересувань гарантують заявлені вимоги, однак їх трудомісткість є одною з ключових характеристик, яка ускладнює застосування зазначених методів на всій маршрутній мережі середнього міста. На основі цього розроблено методику вибірових обстежень табличним методом, яка гарантує збереження високої достовірності даних при заданому рівні довірчої імовірності. Отримано математичну модель, за допомогою якої виконується оцінка достатньої кількості замірів по маршрутах. В якості одиниці спостережень застосовується пасажирообмін зупиночних пунктів, який дозволяє дослідити характер формування місткостей зупиночних пунктів. Теоретично обґрунтовано, що цей показник є випадковою величиною

розподіленою за законом Пуассона. Також аналітично доведено, що при зростанні інтенсивності підходу пасажирів на зупиночні пункти, виконується перетворення закону Пуассону до нормального закону розподілу. Цю особливість застосовано для побудови довірчого інтервалу місткостей зупиночних пунктів та проведення оцінки відносної похибки вибіркового обстеження. На основі отриманих даних про місткості зупиночних пунктів запропоновано ймовірнісним методом визначати величини рейсових кореспонденцій, для чого розроблено математичну модель. Вона базується на даних про накопичену кількість пасажирів, які ввійшли до транспортного засобу, який рухається до певної зупинки (зупинки закінчення пересування для досліджуваної пасажирської кореспонденції).

Теоретичні дослідження виконання пересадок пасажирями під час пересувань маршрутними мережами середніх міст також базуються на результатах вибірових обстежень табличним методом та характеристиках зупиночних пунктів. В рамках цього напрямку досліджень виконано формалізацію можливих варіантів пересадок на маршрутній мережі та висунуто гіпотезу, що індикатором виконання процесу пересадки на мережі може бути амплітуда зміни величин пасажиропотоків по маршрутах. Застосування характеристик місткостей зупиночних пунктів в цьому випадку також слугували основою для побудови довірчого інтервалу (права границя), вихід за межі якого передбачає наявність суттєвої зміни в пасажиропотоці маршруту та є підґрунтям для локалізації можливого місця виконання пересадки пасажирями. Таким чином, розроблено метод визначення матриць маршрутних кореспонденцій (на основі результатів моделювання рейсових кореспонденцій) та метод оцінки значення коефіцієнту пересадковості. На основі цього розроблено методику агрегування матриці мережових кореспонденцій по маршрутним матрицям пересувань з процедурою корегуванням агрегованих значень по коефіцієнту пересадковості.

В рамках експериментальних досліджень (третій розділ дисертаційної роботи) виконано перевірку теоретичних гіпотез та моделей на двох містах України, які відносяться до категорії «середніх»: м. Охтирка (Сумська область)

та м. Олександрія (Кіровоградська область). Було застосовано елементи натурних досліджень, а саме апробація методу вибіркового обстеження табличним методом. Поряд з цим використовувались методи побудови транспортних моделей в програмному продукті PTV Visum. Обробка статистичної інформації результатів натурних обстежень підтвердила гіпотезу про розподіл місткостей зупиночних пунктів за законом Пуассона. Отримані чисельні характеристики параметру закону розподілу для зупиночних пунктів стали основою для виконання процедури імітаційного моделювання місткостей зупиночних пунктів по рейсах, які не потрапили в вибірку сукупність, сформовану в результаті вибірових натурних обстежень на мережі. Таким чином розроблено та апробовано на реальних об'єктах процедуру формування генеральної сукупності даних про пасажирообмін зупиночних пунктів за весь день роботи міського маршрутного транспорту на основі вибірових замірів на маршрутній мережі середнього міста.

Другим блоком експериментальних досліджень стало визначення чисельних значень коефіцієнтів пересадковості в м. Охтирка та м. Олександрія. Для цього визначено матрицю перетинів трас маршрутів окремо по кожному з зазначених міст, та згідно з моделями другого розділу виконано побудову довірчих інтервалів по зупиночних пунктах для кожного рейсу, які було обстежено в рамках проведення табличних обстежень. В результаті виконання описаних процедур локалізовано зупиночні пункти в м. Охтирка та м. Олександрія, які є пересадковими вузлами на маршрутних мережах. На них проведено натурні обстеження пасажирообміну пасажирів та виконано оцінку кількості пересувань, які виконуються з пересадками. Це стало основою для розрахунку значень коефіцієнту пересадковості окремо для кожного міста. Отримані чисельні значення характеризуються однаковою тенденцією – наближені до одиниці, тобто зафіксований відсоток пересувань з пересадками є суттєво меншим в порівнянні з загальною сукупністю пересувань.

В рамках четвертого (заключного) розділу дисертаційної роботи проведено імітаційне моделювання рейсових кореспонденцій та агрегування матриці мережових кореспонденцій. Для виконання процедури агрегування

виконано формування транспортних районів та визначено приналежність кожного зупиночного пункту до певного транспортного району. Виконання даного процесу базувалось на оцінці ступеню відхилення двовірних координат зупиночних пунктів від двовірних координат дислокації центрів транспортних районів. На наступному кроці розроблено алгоритм формування матриці мережових кореспонденцій з загальної сукупності маршрутних матриць кореспонденцій. Алгоритм програмно його реалізовано в *Visual Basic Application for MS Excel*. В результаті отримано матрицю мережових кореспонденцій для м. Охтирка та м. Олександрія, на основі яких проведено дослідження закономірностей формування попиту на послуги громадського пасажирського транспорту в середніх містах. Після статистичної обробки даних з матриць кореспонденцій перевірено гіпотезу про підпорядкованість дальності пересувань населення середніх міст гамма закону. Гіпотезу для обох зазначених вище міст не було спростовано.

Поряд з отриманими закономірностями формування попиту на послуги громадського пасажирського транспорту в середніх містах в рамках аналізу досліджень приділено увагу оцінці рівня зміни трудомісткості обстежень при використанні розробленого вибіркового методу. Визначено, що застосовані методи дозволяють скоротити трудомісткість обстеження більше ніж на 60 відсотків (в порівнянні з суцільним обстеженням).

Ключові слова: рейсова кореспонденція, матриця мережових кореспонденцій, місткості зупиночних пунктів, табличний метод обстеження, імітаційне моделювання.

Список публікацій здобувача:

Список публікацій, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Гончаренко С. Ю. Дослідження закономірності зміни тривалості часу очікування пасажирями маршрутних транспортних засобів / С. Ю. Гончаренко, О. В. Россолов, В. М. Чижик // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2013. – №5 (194). – Ч. 1. – С. 67–70.

2. Гончаренко С. Ю. Современные проблемы моделирования матриц пассажирских корреспонденций в средних городах / С. Ю. Гончаренко // Вісник національного технічного університету «ХПІ». – 2013. – №56. – С. 83–88.

3. Горбачев П. Ф. Модифицированный метод табличного обследования пассажирских корреспонденций в средних городах / П. Ф. Горбачев, А. В. Россолов, С. Ю. Гончаренко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2014. – Вып. 34. – С. 101–104.

Наукові публікації які засвідчують апробаційні матеріали дисертації

4. Гончаренко С. Ю. Моделирование мест пересадок пассажиров на маршрутной сети общественного транспорта в средних городах / С. Ю. Гончаренко, П. Ф. Горбачев, А. В. Россолов // Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура. – 2014. – №116. – С. 103–107.

5. Gorbachov P. Simulation procedure of origin-destination matrix based on sample survey results on passenger route network / P. Gorbachov, A. Rossolov, S. Goncharenko // Automobile transport. Collection of scientific papers. – 2015. – №36. – P. 111–118.

6. А.с. Методика формування матриці пасажирських кореспонденцій в середніх містах / С. Ю. Гончаренко (Україна). – № 62876; зареєстровано 10.12.2015.

7. Гончаренко С. Ю. Дослідження закономірності зміни тривалості часу очікування пасажирами маршрутних транспортних засобів / С. Ю. Гончаренко // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики». – 2013. – С. 44–45.

8. Гончаренко С. Ю. Моделирование маршрутных пассажирских корреспонденций на основе результатов табличного обследования / С. Ю. Гончаренко // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики». – 2014. – С. 10–12.

9. Гончаренко С. Ю. Визначення місць пересадки пасажирів при користуванні міським транспортом в великих містах / С. Ю. Гончаренко // Матеріали III науково-практична конференція «Професійний менеджмент в сучасних умовах розвитку ринку». – 2014. – С. 71–73.

10. Гончаренко С. Ю. Надійність та достовірність даних вибіркового обстеження на маршрутній мережі середнього міста / С. Ю. Гончаренко // Матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання». – 2015. – С. 178–180.

ABSTRACT

Goncharenko S. Demand determination for passenger route transportation services in the medium-sized cities. – Qualification scientific work as a manuscript.

Thesis to obtain the degree of technical sciences candidate (Ph.D.) in specialty 05.22.01 «Transport systems» (275 – Transport technologies). – Kharkiv National Automobile and Highway University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2017.

The thesis is to solve the scientific and applied problem of determining the demand for urban passenger transport services in the medium-sized cities from the sample survey results on the route network using the tabular method.

A new scientific approach to form the route trip matrices based on a sample survey and a simulation model has been developed, which, unlike existing ones, allows statistically substantiating the number of necessary observations to ensure a target level of the data reliability. In addition, a new method has been developed for determining the passenger transfer points on a route network from the stop points' passenger exchange data, which, unlike existing ones, makes it possible to analytically localize the transfer points with a preset probability by taking into account the passenger exchange dynamics. The research paper focuses on the improvement of the approach to modeling the demand for transport services due to the developed method of aggregating the route trip matrices. The methods to form a model of passenger trip demand from the results of survey of urban routes by the tabulated method have been further developed.

In the Part I of the dissertation work, analytical studies of current methods for determining demand based on modeling and field surveys have been performed. Attention has been paid to revealing the features of the transport infrastructure of medium-sized Ukrainian cities. It has been determined that for medium-sized cities there was no specially developed approach to obtain the data on population demand for transport services, which would guarantee high reliability of the resulting data and take into account the specificity of the route network formation in the medium-sized cities. The direction of the research has been developed – the application of in-situ survey methods using the tools of probability theory and mathematical statistics to assess the possibility of conducting not continuous but selective measurements on the middle-size city route network.

Within the theoretical studies, at the first stage, a mathematical formalization of the medium-sized cities population demand for transport services has been carried out. From the analytical studies, a conclusion has been drawn on the application of the most common way to represent the trip demand, namely, the network trip matrix. In this connection, within the mathematical formalization, it has been suggested to consider the network trip matrix as a function of the total set of route trip matrices and the. Thus, the task to be solved is divided into two conditional directions: the determination of the route trip matrices set and the estimation of the transfer ratio value for the middle-size city. At the same time, an important issue is the providing the high reliability of the original data and the accuracy of the final forecast for the network trips. A mathematical model has been obtained, with the help of which an estimation of a sufficient number of measurements along the routes has been performed. As an observation unit, a stop passenger exchange is used, which makes it possible to investigate the character of the stop capacity formation. It has theoretically substantiated that this indicator is a random variable distributed according to Poisson's law. It has analytically proven that with the increase in the passengers' intensity arrival to the stop, the Poisson law is transformed with the normal distribution law. This feature is used to obtain a confidence interval for the stop capacity and to estimate the sampling survey relative error. From the obtained

data on the stop capacity, it has been suggested to determine the values of the trips by the probabilistic method, for which the mathematical model has been developed. It is based on the accumulated number of passengers that entered the vehicle moving to a stop (end stop the for the investigated passenger trip).

Theoretical studies for the passenger transfers during middle city routing are also based on the sample survey results using the tabulated method and the stopping point characteristics. Within the research, a formalization of possible variants of transfers on the route network has been carried out and a hypothesis has been put forward that the indicator of the transfer process on the network would be the passenger traffic change amplitude along the routes. The use of stopping point capacities in this case also served as a basis for calculating a confidence interval (the right border), the exceeding of which implies a significant change in the route passenger flow and is the ground for localization of the possible passengers' transfer point. Thus, a method has been developed for determining the matrices of route trips (based on the results of simulating trips) and a method for estimating the value of the transfer ratio. Due to this, a technique has been developed for aggregating the network matrix trips from the route trip matrices with the procedure of adjusting the aggregated values by the transfer ratio.

In the experimental studies (the Part III of the thesis), theoretical hypotheses and models were tested in two Ukrainian cities, which was classified as «medium» – the city of Okhtyrka (Sumy region) and the city of Olexandria (Kirovohrad region). The elements of full-scale studies were used, namely – the approbation of the sample survey method by the tabular method. Along with this, methods of generating transport models in the PTV Visum software product were used. The processing of the statistical information of the field survey results confirmed the hypothesis of the stop point capacities distribution according to Poisson's law. The obtained numerical characteristics of the distribution law parameter for stop points became the basis to carry out the simulation procedure for the stop points' capacities for the trips that did not fall into the sampling set formed as a result of sampling in-situ surveys on the network. Thus, the procedure to obtain a general set of data on the passengers'

exchange of stop points for the entire work day of the urban route transportation from the selective measurements on the middle city route network was developed and tested.

The second block of experimental studies was the determination of the numerical values of the transfer ratio in the city of Okhtyrka and the city of Olexandria. For this purpose, a cross-route matrix was determined separately for each of the cities, and in accordance with the models of the Part II, confidence intervals were obtained for the stop points for each trips that were investigated in the tabular surveys. As a result of the described procedures, stop points were located in the city of Okhtyrka and the city of Olexandria, which were the interchange hubs on the route networks. At these stop points, the full-scale surveys of the passengers' exchange and the assessment of the number of transfer trips was performed. This became the basis for calculating the transfer ratio values for each city separately. The numerical values obtained are characterized by the same tendency – close to 1, that is, the recorded percentage of transfer trips is significantly smaller in comparison with the total set of trips.

Within the Part IV of the thesis, simulations of trips and aggregation of the network trip matrix have been carried out. To implement the aggregation procedure, the formation of transport areas has been completed and the «stop point-to-transport area» assignment has been determined. This process was based on an estimation of the deviation degree of the two-dimensional coordinates of the stop points from the two-dimensional coordinates of the transport area centers location. At the next step, an algorithm was developed to generate the network trip matrix from a common set of route trip matrices. The algorithm was developed in the *Visual Basic Application for MS Excel* software. As a result, the network trip matrix was obtained for the city of Okhtyrka and the city of Olexandria, on which a study was made of the regularities in the formation of demand for public passenger transport services in the medium-sized cities. After the statistical processing of the data from the trip matrices, the hypothesis of the accordance of the population trip range to gamma law was tested in the middle cities. The hypothesis for both of the above cities was not discarded.

Along with the obtained laws in the demand formation for public passenger transport services in the medium-sized cities, the study focuses on estimating the level of survey labor intensity using the sampling method developed. It has been shown that the methods used can reduce the survey labor consumption by more than 60 percents (in comparison with a continuous survey).

Keywords: regular trip, network trip matrix, stop points capacity, tabular survey method, simulation.

List of applicant's publications:

List of publications in which basic scientific results published thesis

1. Goncharenko S. Yu. Investigation of the waiting time change law for route vehicles' passengers / S. Yu. Goncharenko, A. V. Rossolov, V. M. Chizhik // Bulletin of the Volodymyr Dal' East-Ukrainian National University. – 2013. – № 5 (194). – P. 1. – P. 67–70.

2. Goncharenko S.Yu. Current problems of the passenger trip matrices simulation in the medium-sized cities / S. Yu. Goncharenko // Bulletin of the National Technical University «KhPI». – 2013. – №56. – P. 83–88.

3. Gorbachev P.F. Modified method of the passenger trips tabular survey in the medium-sized cities / P. F. Gorbachev, A. V. Rossolov, S. Yu. Goncharenko // Automobile transport: collection of scientific papers. – 2014. – Vol. 34. – P. 101–104.

Publications certifying materials Approbation thesis

4. Goncharenko S. Yu. Modeling of passenger transfer points on public transport network in the medium-sized cities / S. Yu. Goncharenko, P. F. Gorbachev, A. V. Rossolov // Municipal economy of cities. Series: Engineering science and architecture. – №116. – 2014. – P. 103–107.

5. Gorbachov P. Simulation procedure of origin-destination matrix based on sample survey results on passenger route network / P. Gorbachov, A. Rossolov, S. Goncharenko // Automobile transport: collection of scientific papers. – 2015. – Vol. 36. – P. 111–118.

6. Author's certificate. The technique to generate the passengers' trip matrices in the middle cities / S. Yu. Goncharenko (Ukraine). – No. 62876; registered on 10.12.2015.

7. Investigation of the waiting time change law for route vehicles' passengers / S. Yu. Goncharenko // Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference «Problems of Transport Systems and Logistics Development». – 2013. – P. 44–45.

8. Goncharenko S. Yu. Modeling of route passenger trips from the tabular survey results / S. Yu. Goncharenko // Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference «Problems of Transport Systems and Logistics Development». – 2014. – P. 10–12.

9. Goncharenko S. Yu. Determination of passenger transfer points when using public transport in large cities / S. Yu. Goncharenko // Proceedings of the III Scientific and Practical Conference «Professional Management in the Current Conditions of Market Development». – 2014. – P. 71–73.

10. Goncharenko S. Yu. Reliability and adequacy of sampling survey data on the middle city route network / S. Yu. Goncharenko // Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference of Students and Postgraduates «Increasing the Reliability of Machines and Equipment». – 2015. – P. 178 – 180.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	16
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ МАТРИЦЬ ПАСАЖИРСЬКИХ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ В СЕРЕДНІХ МІСТАХ	22
1.1 Аналіз транспортної інфраструктури середніх міст України.....	22
1.2 Аналіз факторів формування попиту на пересування міським маршрутним пасажирським транспортом	25
1.3 Аналітичний огляд існуючих моделей та методів отримання матриці пасажирських кореспонденцій	29
1.4 Мета і постановка задачі дослідження.....	45
Висновки по першому розділу.....	47
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ МАТРИЦЬ ПАСАЖИРСЬКИХ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ В СЕРЕДНІХ МІСТАХ	49
2.1 Постановка завдання визначення попиту на послуги маршрутного транспорту в середніх містах	49
2.2 Моделювання рейсових кореспонденцій на основі результатів табличного обстеження.....	57
2.3 Теоретичні основи визначення кількості пересадок в маршрутній системі.....	60
2.4 Розробка методу формування матриці мережових кореспонденцій.....	71
Висновки по другому розділу	74
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПОПИТУ НА ПОСЛУГИ ПАСАЖИРСЬКОГО МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТУ В СЕРЕДНІХ МІСТАХ	76
3.1 Характеристика об'єктів проведення експериментальних досліджень.....	76
3.2 Моделювання транспортної пропозиції в містах.....	80
3.3 Табличне обстеження пасажиропотоків на маршрутах	84

3.4 Обстеження кількості пересадок в маршрутній мережі.....	100
Висновки по третьому розділу	107
РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	108
4.1 Імітаційне моделювання рейсових кореспонденцій і формування матриці мережових кореспонденцій в містах.....	108
4.2 Визначення закономірностей формування попиту і роботи міського пасажирського транспорту в середніх містах	122
4.3 Визначення ефекту від реалізації розробленої методики визначення попиту	130
4.4 Методика визначення попиту на послуги МПТ і розробка рекомендацій щодо практичної реалізації результатів дослідження.....	137
Висновки по четвертому розділу.....	140
ВИСНОВКИ.....	141
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	144
Додаток А Результати формування зупиночних пунктів на маршрутній мережі м. Охтирка	157
Додаток Б Результати аналізу рівня дублювання трас маршрутів в м. Охтирка.....	161
Додаток В Результати визначення максимальних значень пасажирообміну і індикатора події можливої пересадки	172
Додаток Д Матриці оцінки можливих пересадок.....	182
Додаток Ж Лістинг програми формування матриці мережових кореспонденцій.....	189
Додаток К Відомості про апробацію результатів дисертації	192
Додаток Л Акти впровадження результатів досліджень	195

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВТР – вищий транспортний район

ЗП – зупиночний пункт

ММТ – міський маршрутний транспорт

МПТ – міський пасажирський транспорт

КСТ – комплексна схема транспорту

МПК – матриця пасажирських кореспонденцій

ММК – матриця мережових кореспонденцій

ММ – маршрутна мережа

ПМТ – пасажирський маршрутний транспорт

ТР – транспортний район

ВДМ – вулично-дорожня мережа

ВСТУП

Актуальність теми. Соціально-економічна діяльність людини, яка проживає в місті, передбачає здійснення пересувань, які можуть реалізовуватися пішки, індивідуальним або громадським транспортом. З ростом територій міст питомий вміст піших пересувань значно скорочується через збільшення просторової диференціації житлових і виробничих об'єктів, а також об'єктів культурного, соціального і побутового призначення. Незначні грошові витрати на поїздку, достатня тривалість функціонування (в рамках однієї доби), територіальна доступність і висока частота обслуговування – все це стало причиною активного використання міського маршрутного транспорту (ММТ). Основною метою його функціонування є задоволення потреб населення в пересуваннях з мінімальними витратами часу. При цьому ступінь досягнення даної мети безпосередньо залежить від повноти та достовірності інформації про попит на транспортне обслуговування населення. Адекватна модель попиту на пересування пасажирів дозволяє спроектувати маршрутну мережу (ММ) міста та задати її раціональні параметри таким чином, щоб найбільш повно задовольнити потреби в пересуваннях кожного мешканця.

Міста з чисельністю жителів від 50 до 250 тис., що відносяться до категорії «середніх», не позбавлені даної проблеми, а їх досить велика кількість (66 одиниць на 01.01.2015 р.) вказує на актуальність вирішення даного питання для даної групи міст в рамках всієї України.

Більшість досліджень з визначення попиту на пересування міським пасажирським транспортом (МПТ) виконуються для міст з чисельністю понад 500 тис. жителів, що належать до найбільших агломерацій України. Розроблені методики сформовані на основі масового характеру процесів, що відбуваються на ММ зазначеної категорії міст. Це дозволяє виконувати перехід від випадкового характеру процесу пересування окремо взятої людини до стійких закономірностей формування попиту на транспортне обслуговування населення міста на ММ громадським транспортом. Однак, така технологія досліджень

неможлива для середніх міст з причини їх суттєвої відмінності від крупних та крупніших.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Проблема визначення попиту на послуги МПТ відповідає Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року затвердженої наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 8 січня 2008 року №7 та Транспортної стратегії України на період до 2020 року, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р. №2174. Запропоновані в роботі методики проведення вибіркового табличного обстеження на ММ, а також формування маршрутних і мережевої матриці пасажирських кореспонденцій були використані при виконанні науково-дослідних робіт «Розробка раціонального варіанту маршрутної мережі міста Олександрія», № держреєстрації 0113U005179, «Розробка раціонального варіанту маршрутної мережі міського пасажирського транспорту Охтирки», № держреєстрації 0114U005462, «Моделювання та аналіз маршрутної мережі громадського транспорту міста Нікополя», № держреєстрації 0115U004775.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розробка нового методу визначення попиту на послуги міського пасажирського транспорту в середніх містах України. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналітичний огляд літературних джерел, в яких описуються методи та моделі визначення попиту на транспортне обслуговування міським маршрутним транспортом;
- провести теоретичні дослідження попиту на послуги міського пасажирського транспорту в середніх містах;
- обґрунтувати методику проведення вибіркового обстеження пасажиропотоків табличним методом на маршрутах наземного пасажирського транспорту;
- розробити метод визначення місць пересадок на маршрутній мережі, що базується на результатах табличного обстеження пасажиропотоків;

- розробити імітаційну модель формування матриці мережових кореспонденцій для середніх міст;

- розробити методику визначення попиту на послуги маршрутного пасажирського транспорту середніх міст та оцінити результати моделювання попиту на пересування пасажирів за запропонованою методикою.

Об’єкт дослідження – процес формування попиту населення середніх міст на послуги міського пасажирського транспорту.

Предмет дослідження – закономірності формування пасажирських кореспонденцій в середніх містах.

Методи дослідження. При розробці теоретичних основ формування попиту на пересування використовувалися методи аналізу, абстрагування, формалізації та математичного моделювання. Для визначення статистичних характеристик величин маршрутних кореспонденцій використовувалися методи теорії ймовірностей і математичної статистики. Локалізація місць пересадок на маршрутній мережі міста виконувалась на основі індуктивного методу і інструментарію теорії ймовірностей. Формування добових матриць маршрутних кореспонденцій виконувалося з використанням імітаційного моделювання. При отриманні характеристик пасажирообміну на ММ використовувався метод натурних спостережень. Визначення закономірностей формування попиту в середніх містах виконувалося на основі гіпотетичного методу і методології математичної статистики.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що *вперше*:

- розроблено новий науковий підхід до формування матриць маршрутних кореспонденцій на основі вибіркового обстеження та імітаційної моделі, який на відміну від існуючих, дозволяє статистично обґрунтувати кількість необхідних спостережень для забезпечення заданого рівня достовірності даних;

- розроблено новий метод визначення місць пересадки пасажирів на маршрутній мережі на основі даних про пасажирообмін зупиночних пунктів, який на відміну від існуючих, дозволяє з заданою ймовірністю аналітично

локалізувати місця пересадки шляхом врахування амплітуди коливань пасажирообміну.

Удосконалений підхід до моделювання попиту на транспортне обслуговування за рахунок розробленого способу агрегування маршрутних матриць кореспонденцій.

Отримали подальший розвиток методи формування моделі попиту пасажирів на пересування на основі результатів обстеження міських маршрутів табличним методом.

Практичне значення результатів дослідження полягає в розробці методик формування моделі попиту на пересування та визначення місць пересадок пасажирів на основі результатів вибіркового обстеження табличним методом на маршрутній мережі середнього міста, а також їхньому застосуванні при виконанні НДР в різних містах України. Розроблена методика вибіркового обстеження табличним методом на маршрутній мережі дозволяє значно скоротити трудомісткість проведення обстеження шляхом при забезпеченні заданого рівня довірчої ймовірності потрібної точності результатів. Практична значимість результатів досліджень підтверджується актами впровадження при виконанні НДР з розробки раціональних варіантів ММ м. Охтирка, м. Олександрія та аналізу ММ м. Нікополь. Розроблена методика розрахунку рейсових матриць маршрутних кореспонденцій використовується при вивченні дисципліни «Моделювання транспортних систем» студентами факультету «Транспортні системи» спеціальності «Транспортні технології», що підтверджується відповідним актом впровадження.

Особистий внесок здобувача:

Всі положення, що виносяться на захист, і результати їх застосування наведені в роботах [1–10] і отримані автором самостійно. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає в наступному. В роботі [1] представлена методика і результати обстеження кількості пасажирів, які відправляються від зупиночних пунктів (ЗП) міського маршрутного транспорту. В [3] наведено розроблений модифікований метод

обстеження пасажиропотоків табличним методом, який полягає в проведенні вибіркового спостереження на маршрутній мережі із заданим рівнем довірчої ймовірності необхідної точності. В роботі [4] формалізована процедура пересадки пасажирів і розроблена математична модель визначення пар маршрутів та їх ЗП, на яких відбувається зміна шляху пересування пасажирів в ММ. Розроблено методику отримання мережевої матриці пасажирських кореспонденцій за результатами вибіркового обстеження табличним методом на мережі середнього міста [5].

Апробація результатів дисертації. Матеріали та результати дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і були схвалені на:

– IV міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики» (ВНУ ім. В. Даля, м. Євпаторія, 14–16 травня, 2013 р.);

– 77–79-й науково-технічних конференціях і науково-методичних сесіях ХНАДУ (м. Харків, 2013–2015 рр.);

– V міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики» (ВНУ ім. В. Даля, м. Луганськ, 5–8 травня, 2014 р.);

– III всеукраїнської науково-практичної конференції «Професійний менеджмент в сучасних умовах розвитку ринку» (НФУ, м. Харків, 4 листопада, 2014 р.);

– IX всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання» (КНТУ, м. Кіровоград, 15–17 квітня, 2015 р.).

Публікації. Основні положення дисертації опубліковано в 10 наукових роботах, в тому числі 5 публікацій у наукових фахових виданнях України, які відносяться до переліку Міністерства освіти і науки України, 4 тези в збірниках доповідей на наукових конференціях. По матеріалах дослідження отримано 1 авторське свідоцтво.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ МАТРИЦЬ ПАСАЖИРСЬКИХ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ В СЕРЕДНІХ МІСТАХ

1.1 Аналіз транспортної інфраструктури середніх міст України

Транспортна інфраструктура будь-якого міста включає в себе широкий перелік елементів цієї системи, серед яких ключовими є транспортні підприємства, шляхи сполучення всіх видів наземного транспорту, а також допоміжні споруди і механізми (при вантажних перевезеннях). Їх спільне функціонування спрямоване на створення сприятливих умов роботи всіх галузей економіки, а також неекономічній діяльності людей, пов'язаної із задоволенням їх власних потреб [11]. Розглядаючи локально підсистему пасажирських перевезень можна побачити, що основною її функцією є повне і своєчасне задоволення потреб людей в пересуваннях [12, 13, 64]. Розвиток транспортної інфраструктури відповідає рівню розвитку основних галузей економіки міста, що забезпечується внутрішнім і зовнішнім балансом її функціонування. Межі міста, його розміри, чисельність населення – все це є обмежуючими факторами просторової організації транспортної інфраструктури. Згідно [15, 16] в категорію «середні» міста потрапляють населені пункти з чисельністю мешканців від 50 000 до 250 000 чоловік. В даний момент на території України налічується близько 66 «середніх» міст. В першу чергу, виходячи з вище сказаного, слід виконати аналіз просторової організації цих населених пунктів. Так, середня площа міст з чисельністю мешканців від 50 до 250 тис. Чоловік становить 54,48 квадратних кілометри [16].

В рамках розв'язуваної задачі при аналізі транспортної інфраструктури середніх міст особливу увагу необхідно приділити характеристикам маршрутної мережі міста. Виходячи з підпорядкування даної підсистеми загальної транспортної інфраструктури міста маршрутна мережа – це сукупність трас

маршрутів одного або декількох видів транспорту, що проходять по транспортній мережі всередині міста [17]. Рівень транспортного обслуговування населення міста можна оцінити по ряду показників, одним з яких є маршрутний коефіцієнт. Він оцінює рівень розвитку маршрутної мережі міста і спільно з щільністю транспортної мережі і середньою відстанню підходу до пунктів зупинок дозволяє дати оцінку рівню доступності маршрутної мережі [18]. Охарактеризувати всю сукупність середніх міст є проблемним питанням, так як дана інформація не є публічною і передбачає проведення досліджень маршрутної мережі. Однак, відомо, що більшість середніх міст мають схожу просторової організацією [19] та, відповідно, структуру маршрутів міського пасажирського транспорту. Виходячи з цього, досить представити параметри маршрутної мережі незначною кількістю міст обраної категорії.

Маршрутна мережа міста Олександрії (Кіровоградська область), що входить до групи середніх міст, складається з 9 автобусних маршрутів, на яких маршрутні транспортні засоби функціонують у режимі маршрутного таксі. Маршрутна мережа обмежена використанням лише одного виду міського пасажирського транспорту – автобус. Загальна кількість рухомого складу дорівнює 25 одиниць, місткість яких 24 і 45 осіб. Вулично-дорожня мережа наближена до прямокутного типу, який характеризується середнім коефіцієнтом непрямолінійності руху – 1,45. Протяжність маршрутної мережі становить – 124 км.

Другим містом, яке буде розглядатися в роботі в якості об'єкта проведення експериментальних досліджень, є Охтирка (Сумська область). Воно, також, входить до групи середніх міст. Населення міста обслуговується маршрутною мережею, що складається з 32 автобусних маршрутів, 27 з яких функціонують в режимі «маршрутне таксі», а 5 – в «звичайному режимі». Загальна кількість рухомого складу, закріпленого за маршрутами, становить 37 одиниць, місткістю 20, 25 і 45 пасажирів. Транспортне планування міста наближене до кругового, загальна протяжність маршрутної мережі становить 276 км, щільність мережі 4,48 км / км².

Незважаючи на відмінність у кількості маршрутів між маршрутними системами цих двох міст присутні певні однакові ознаки:

- рухомий склад однакової місткості, що дозволяє уніфікувати методику натурних обстежень;
- кількість задіяного рухомого складу практично однакова, що передбачає схожість в трудомісткості обстежень;
- проходження практично всіх маршрутів через центральну частину міста, що передбачає схожість в дислокації джерел зародження і поглинання пересувань.

Перераховані вище показники дозволяють зробити припущення про значну схожість в технології транспортного обслуговування населення між різними містами середньої категорії. Це може бути пояснено як історично сформованими передумовами, так і існуючими нормативно-правовими документами в сфері пасажирських перевезень. Так, наприклад, взаємини між суб'єктами перевізного процесу та місцевими органами влади регламентуються постановами Кабінету Міністрів України, а також указами Міністерства інфраструктури України, що регламентують правила надання послуг пасажирського автомобільного транспорту [20–24]. Довгострокове планування, а саме, стратегія розвитку МПТ тісно пов'язана з генпланом міста, яка подається у вигляді розробленої комплексної транспортної системи [25].

Соціально-економічний розвиток міста тісно пов'язаний зі станом і ефективністю функціонування міського транспорту (пасажирського в тому числі) [26–29]. Таким чином, планування і організація роботи міського пасажирського транспорту є одним з ключових аспектів економічного розвитку будь-якого міста України. В цьому ракурсі існує ряд невирішених питань, які нівелюють основні завдання МПТ і не дозволяють підвищити якість транспортного обслуговування населення [30–32]. Найбільш насущними проблемами є нераціональне трасування маршрутів, визначення раціональної місткості рухомого складу, складання розкладу і визначення кількості випусків за годинами доби, дублювання трас маршрутів і т.д. Рішення всіх цих питань

можливе лише за наявності достовірної інформації про попит населення на послуги МПТ [33–35], що є суворо первинним в рамках стратегії розвитку МПТ.

1.2 Аналіз факторів формування попиту на пересування міським маршрутним пасажирським транспортом

Більшість досліджень в сфері організації транспортного обслуговування населення в містах націлене на підвищення соціальної і, як наслідок, економічної ефективності даного процесу. Розробляються різні підходи до вирішення даної проблеми, що носять як комплексний, так і локальний характер. Так в роботі [36] реалізація максимального соціально-економічного ефекту від формування оптимального варіанта ММ і планувальної структури міста в цілому можлива при інтенсифікації використання території міста. Однак це не завжди можливо через необхідність враховувати неоднорідність функціональних планувальних якостей міської території. В першу чергу це можливо пояснити різними етапами її освоєння і, як наслідок, відмінностями в щільності мережі, що впливає на такий параметр як час підходу пасажирів до найближчих зупиночних пунктів. У зв'язку з цим єдиний підхід інтенсифікації до всіх ділянок території міста не завжди можливий і повинен враховувати відмінні риси житлових районів, промислових і рекреаційних зон.

В [37] наводяться результати оцінки причин зростання рухливості населення міст. Так виявлено, що на даний показник впливає різноманітність сфер життєдіяльності населення, просторова диференціація місць зародження і поглинання поїздок. Автори роблять акцент, що внаслідок збільшення рухливості населення зростає завантаженість транспортної мережі міста і, як наслідок, знижується ефективність маршрутної мережі.

У цьому випадку, очевидно, що сама територія міста виступає фактором, що передумовлює розвиток і функціонування елементів міської інфраструктури [38], на рухливість населення впливає тип планування і площа населеного пункту. Однією з ключових характеристик території міста, що впливає на

формування попиту населення на послуги МПТ, згідно [39], є компактність організації території міста. Також, треба брати до уваги потужності центрів тяжіння трудових і культурно-побутових поїздки.

Аналогічні фактори з [38, 39] формування рівня рухливості населення представлені в [37], а саме: чисельність населення, площа міста і його галузева приналежність (може бути відсутньою).

Таким чином, одним з ключових факторів рухливості населення і, як наслідок, попиту на послуги МПТ є щільність населення. Очевидно, що даний показник змінюється по території міста, але існує деяка тенденція, згідно з [37], – щільність населення має тенденцію до зменшення в міру віддалення від центральної частини міста. Це правило працює і для опису вартості житла [36].

Слід зазначити, що дослідження [36–39] проводилися в до перехідний період від планової до ринкової економіки. Крім цього, змінилися технології будівництва, які в останні роки дозволяють значно підвищити щільність населення на один квадратний кілометр території міста. У цьому випадку виникають значні диспропорції у розподілі щільності населення по території міста. Відомо, забудови, що формуються під так звані спальні райони при великому віддаленні від центру міста, значно збільшують щільність населення саме на периферії населених пунктів.

У ряді робіт зроблені спроби виконати математичну формалізацію кількості поїздки щодо деяких транспортних і містобудівних факторів. Так в роботі [40] пропонується наступна лінійна модель:

$$R = 1,17 \cdot L + 1,98 \cdot E + 5,54 \cdot K + 10,38 \cdot F + 33,9, \quad (1.1)$$

де R – облікова транспортна рухливість населення, поїздки / рік;

L – умовна протяжність транспортної мережі міста, км;

E – питома вага осіб з вищою освітою в населенні міста, %;

K – обсяг реалізації послуг у сфері культурно-побутового обслуговування населення, умовних грошових одиниць / рік на 1 мешканця;

F – функціонально-генетична характеристика, бали.

У ряді досліджень робиться акцент, що на кількість поїздок пасажирів, що реалізуються громадським транспортом, впливає тип планування вулично-дорожньої мережі (ВДМ) [38, 39, 41]. Дослідження проводилися диференційовано за типами ВДМ: радіальної, прямокутної, радіально-кільцевої. Всі роботи [38, 39, 41] об'єднують загальний напрямок висновків, зроблених за результатами досліджень, а саме: вплив типу ВДМ на форму границь міста, тим самим формуючи схожий тип планувальної структури населеного пункту з типом ВДМ.

Іншим засобом вивчення кількості поїздок пасажирів є аналіз нормативних документів в галузі містобудування, в яких відображаються основні вимоги до функціонування громадського маршрутного транспорту. Так в [15] надані нормативи на виконання пересувань по території міста, при яких кількість поїздок в рамках однієї кореспонденції може бути більше однієї. Наприклад, вказаний максимальний час пересування по території найбільших міст (45 хвилин) дозволяє, за допомогою оцінки непрямолінійності трас маршрутів і щільності мереж, визначити граничні значення кордонів розселення населення міст, що є однією з характеристик попиту на послуги МПТ. Введення нормативів на максимальний час пересування по мережі сформовано необхідністю обліку транспортної втоми і її впливу на продуктивність праці [42].

Однак людина не завжди прагне мінімізувати свої тимчасові витрати на трудові пересування. У роботах [43] представлені результати досліджень, які суперечать загальновідомим законам трудового розселення. Так, доведено, що наявність вищої освіти у людини формує у нього більший перелік вимог і критеріїв щодо вибору місця роботи, що в свою чергу переважає транспортні витрати на трудове пересування. У цьому випадку даний індивідум може витрачати більше часу не тільки на трудові, але й культурно-побутові пересування в порівнянні з менш освіченою людиною.

В роботі [44] формалізована залежність тривалості поїздки від рівня освіти пасажирів. Результати дослідження [44] корелюються з [43] про що свідчить виявлений лінійний взаємозв'язок між збільшенням часу пересування і підвищенням рівня освіти пасажирів. В [44] показано, що тривалість пересувань

для індивідуумів з вищою освітою, які починають поїздку в периферійних районах міста, перевищує даний показник на 23 відсотки, при порівнянні їх з пасажирями із середнім рівнем освіти.

Вирішенню питання, щодо формування взаємозв'язку між просторовими аспектами поведінки людей і їх соціальними якостями, присвячені праці зарубіжних авторів [45, 46]. В якості соціальних характеристик в роботах приймаються рівень доходів і соціальний статус, який важко піддається чисельній інтерпретації. Так, визначена закономірність домінування пересувань до центральних частин міста з трудових цілей. При цьому ступінь збільшення привабливості центральної частини міста зростає по мірі зростання доходів і соціального статусу індивідуумів.

При аналізі літературних джерел в рамках аналізу факторів формування та впливу на транспортний попит виявлені суперечливі результати досліджень. Так, в роботі [44] незважаючи на те, що визначено тісний взаємозв'язок між рівнем освіти і часом переміщення (описано вище), пропонується визначати рівень рухливості населення виходячи з одного показника – часу пересування. Розроблена адитивна модель (1.2) дозволяє описати кількість поїздок, які виконуються по території великого міста, лише, на основі можливого часу пересування.

$$R = -3,5 + \frac{170,8}{t}, \quad (1.2)$$

де t – витрати часу на 1 пересування, год.

Запропонований підхід був використаний для розрахунку рухливості інших міст СНД. В результаті розрахунків, регресійна модель характеризувалася низькою інформаційною здатністю, коефіцієнт детермінації склав лише 0,17 [37], тобто вона носить приватний характер.

При побудові аналогічних моделей слід брати до уваги місце розташування загальноміських функціональних центрів (ділові центри), які не завжди розташовуються в безпосередній центральній частині населеного пункту. Таким чином, формальний опис рухливості населення, як функції містобудівних характеристик міста, не завжди є можливим і коректним.

При моделюванні рухомості населення або попиту на пересування МПТ, як правило, виконується розподіл території міста на транспортні райони, які можуть не співпадати з існуючими адміністративними районами. Згідно [38] територія міста ділиться на планувальні райони за критерієм чисельності жителів. Однак, це часом призводить до диспропорцій за змістом елементів міської інфраструктури та необхідності формування проектувальником абсолютно нових територіальних одиниць міста.

1.3 Аналітичний огляд існуючих моделей та методів отримання матриці пасажирських кореспонденцій

Незважаючи на, здавалося б, нескладне завдання визначення попиту населення на послуги МПТ, до вирішення даної проблеми намагалися підійти багато вчених, що породило велику різноманітність методів, заснованих на різних гіпотезах. Це пояснюється спробами знайти відносно простий метод отримання матриці мережових кореспонденцій без проведення великих натурних обстежень пересувань населення [39], серед яких тільки талонний і таблично-опитувальний методи гарантують високу точність отримання інформації про реалізовані кореспонденції по мережі [45], але при великій кількості маршрутів і, відповідно, виконуваних рейсів, є складно реалізованими. У зв'язку з цим більшістю вчених робилися спроби розробки методів синтезу МПК, заснованих на різних гіпотезах про характер процесів вибору жителями міст місць проживання та роботи, з подальшою математичною реалізацією цих гіпотез. Значна їх різноманітність передбачає процедуру систематизації для кращого визначення позитивних і негативних сторін існуючих моделей і методів.

Так в [36] методи розрахунку МПК поділяються на екстраполяційні та ймовірні. В [39] пропонується дві класифікаційні ознаки: метод отримання вихідних даних і метод розрахунку. Відповідно до першого, моделі поділяються на дві групи: аналогові і синтетичні. Класифікація за другою ознакою поділяє існуючі моделі на детерміновані, ймовірнісні і евристичні.

Також існує підхід до класифікації методів отримання МПК по процедурі проведення розрахунків [37]. В результаті класифікації за цією ознакою в першу групу входять методи, засновані на статистичному аналізі даних про фактичні кореспонденції, в другу – методи, засновані на апіорних логічних гіпотезах.

У ХНАДУ в останні роки активно розвивається напрямок інтервального моделювання попиту на послуги МПТ, який є новим і, відповідно, не входив в раніше представлені класифікаційні групи. Запропонований підхід визначення МПК в рамках інтервального моделювання має ряд переваг в порівнянні з іншими методами розрахунку. Пропонована класифікація методів отримання МПК і області їх застосування представлена на рис. 1.1.

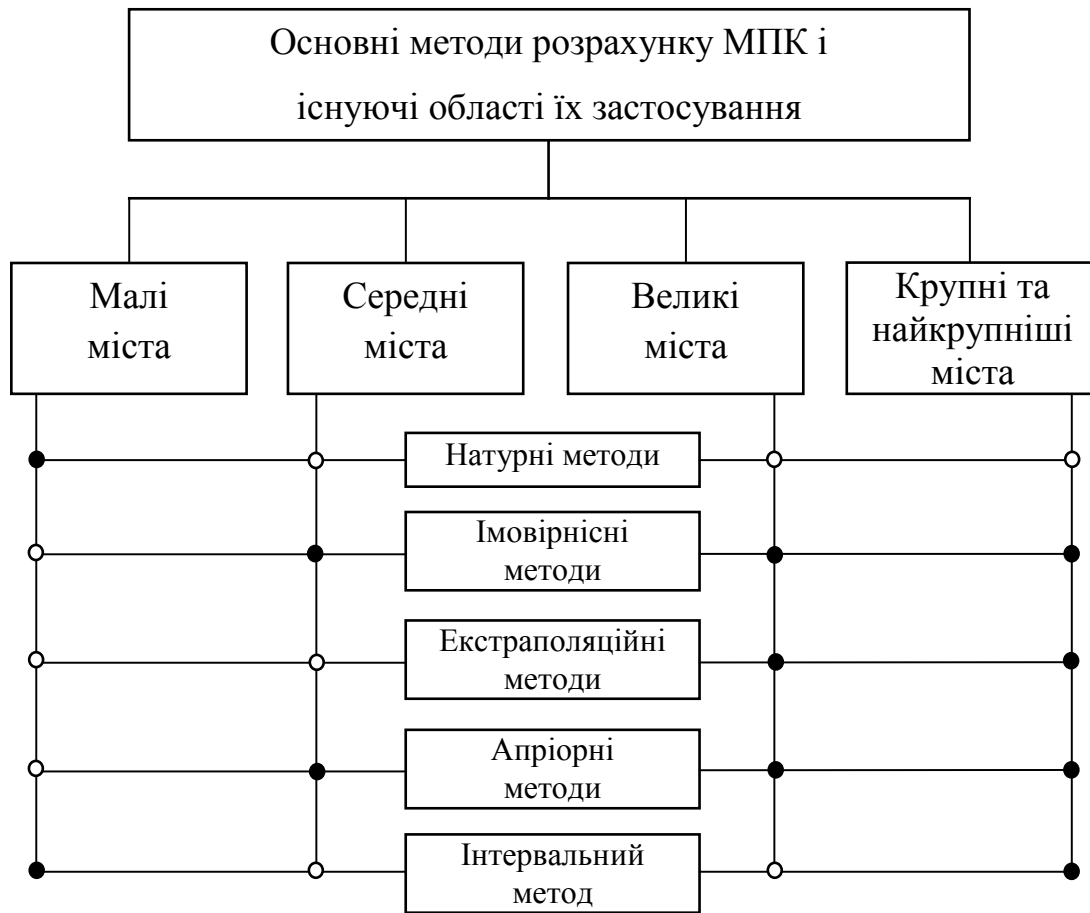


Рисунок 1.1 – Класифікація методів розрахунку МПК

Екстраполяційні методи отримання даних про попит на пересування МПТ базуються на звітних даних про виконані поїздки за попередній період. Фактично екстраполяційні моделі дозволяють визначити пропорційне збільшення значень кореспонденцій з урахуванням динаміки змін пересувань в загальній сукупності по місту або окремо між районами. Найпростіша модель реалізована в рамках методу єдиного коефіцієнта зростання [46, 47–50]:

$$D'_{ij} = k \cdot D_{ij}, \quad (1.3)$$

де D_{ij} – існуюча кореспонденція пасажирів між двома даними районами;

k – коефіцієнт зростання пасажирообігу всього міста.

Простота даної моделі є основною її перевагою та недоліком. Вона може бути використана для грубих оцінок динаміки зміни пересувань по території міста. Однак виконаний по ній прогноз може характеризуватися дуже великою помилкою.

Найбільш прийнятним методом екстраполяції пересувань в рамках даної групи є метод Фратара, який передбачає не тільки облік динаміки змін обсягів пересування між парами транспортних районів, а й проведення ітераційних розрахунків по параметру, що дозволяє виконати умову збалансованості розрахункової матриці кореспонденцій по місткостям відправлень і прибуття. У загальному вигляді модель за методом Фратара має схожі параметри з усіма екстраполяційними методами розрахунку матриці кореспонденцій [46, 51]:

$$D'_{ij} = D_{ij} \cdot k_i \cdot k_j \cdot \frac{M_i + M_j}{2}, \quad (1.4)$$

де k_i, k_j – темпи зростання пасажирообмена відповідно в районі відправлення і прибуття;

M_i, M_j – ітераційний коефіцієнти моделі для районів i і j .

Ключовою перевагою методів екстраполяційної групи є простота процедури розрахунків і легка їх алгоритмізація (стосовно методу Фратара). У

свою чергу головним їх недоліком є необхідність формування первинної інформації про характер пересувань пасажирів між транспортними районами міста. Це повинно виконуватися з використанням найбільш надійних методів, а саме, натурних обстежень пересувань пасажирів на маршрутній мережі.

До наступної групи методів отримання МПК відносяться всі моделі і методи, побудовані на апіорних гіпотез формування попиту на пересування МПТ. До них відносяться моделі розрахунку величин пасажирських кореспонденцій на основі другого закону термодинаміки [51, 52] (ентропійні моделі) і закону гравітації [39, 47] (гравітаційні моделі).

Основним параметром опису величини кореспонденції в ентропійній моделі є величина середніх витрат часу на пересування між парою транспортних районів [53, 54]. Функціональна залежність має наступну аналітичну інтерпретацію (1.5)

$$S = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n h_{ij} \cdot \ln(h_{ij}) \right) \rightarrow \max, \quad (1.5)$$

де S – ентропія системи;

n – кількість транспортних районів в місті, од.;

h_{ij} – значення кореспонденції між районом відправлення i та районом прибуття j , пас.

Моделювання по (1.5) передбачає проведення ітерацій для досягнення екстремуму функції S . Безпосередньо транспортна система розглядається як замкнута, що є одним з припущень процедури моделювання. При цьому максимізація функції проводиться за умови, що кожен пасажир прагне мінімізувати свої витрати часу на пересування. Це є однією з основних особливостей для всіх базових моделей і їх варіацій в рамках апіорного моделювання [55, 56].

Відмінності між моделями апіорної групи можуть полягати, наприклад, в формалізації не тільки параметрів попиту на пересування населення, але опису механізму визначення шляхів його реалізації на транспортній мережі [57,

58]. При цьому гравітаційні моделі припускають процедуру обов'язкового калібрування отриманих даних для виконання умови балансу розрахункових кореспонденцій з вихідними чисельними значеннями місткостей транспортних районів (умови (1.7)–(1.9)). Слід зазначити, що дані умови виконуються не повністю. Розрахунок виконується за такою залежністю

$$h_{ij} = HO_i \frac{HP_j \cdot c_{ij} \cdot k_j}{\sum_m HP_m \cdot c_{im} \cdot k_m}, \quad (1.6)$$

при умовах:

$$\sum_{j=1}^N h_{ij} = HO_i, \quad (1.7)$$

$$\sum_{i=1}^N h_{ij} = HP_j, \quad (1.8)$$

$$\sum_{i=1}^N HO_i = \sum_{j=1}^N HP_j, \quad (1.9)$$

$$h_{ij} \geq 0, \quad (1.10)$$

де HO_i – місткість транспортного району по відправленню, пас.;

HP_j – місткість транспортного району по прибуттю, пас.;

c_{ij} – величина функції тяжіння між i -м та j -м транспортними районами;

k_{ij} – калібрувальний коефіцієнт.

При даному способі моделювання МПК особливу увагу заслуговує питання формалізації функції тяжіння c_{ij} .

Відповідно до класичного підходу гравітаційного моделювання пасажирська кореспонденція є жорстко детермінована транспортним параметром (відстань або час пересування):

$$c_{ij} = l_{ij}^{-n}, \quad (1.11)$$

де l_{ij} – відстань між i -м та j -м транспортними районами міста, км;

n – показник ступеня, $n > 0$.

Показник n може приймати значення рівне або більше одиниці. Так, наприклад, А. М. Якшин в своїх розрахунках використовував класичну функцію тяжіння зі значенням параметра n рівним двох. В [55] пропонується змінювати значення даного параметра в залежності від одержуваного значення функції тяжіння. Це, на думку авторів, дозволяє збільшити точність розрахунків.

Функції тяжіння експоненційної групи в загальному вигляді представляються як:

$$c_{ij} = \exp(-\beta \cdot k_{ij}), \quad (1.12)$$

де k_{ij} – показник, що характеризує ступінь «тяжіння» між i та j транспортними районами;

β – емпіричний коефіцієнт.

У міру еволюції розрахунків МПК по гравітаційним моделям класичний вид функції тяжіння зазнав деяких змін. В результаті аналізу характеру розподілу кореспонденцій по дальності пересування було виявлено не настільки жорстко детермінованим по даному параметру. У зв'язку з цим було запропоновано види функцій тяжіння, які отримали назву комбінованої:

$$c_{ij} = k_{ij}^n \cdot \exp(-\beta \cdot k_{ij}). \quad (1.13)$$

У свою чергу в [56, 57] показано, що використання функції тяжіння комбінованого виду дозволяє підвищити рівень достовірності отримання інформації про попит на трудові пересування. Але гіпотетичність детермінізації величини кореспонденції дальністю пересування залишається незмінним:

$$c_{ij} = \frac{1}{(1 + k_{ij})^{\varphi(k_{ij})}}. \quad (1.14)$$

На особливу увагу заслуговують функції тяжіння, засновані на законах розподілу випадкових величин. Наприклад, Г. А. Гольц, ґрунтуючись на гіпотезі про нормальний розподіл дальності поїздок по території міста, запропонував такий вигляд функції тяжіння:

$$c_{ij} = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-t^2/(2 \cdot \sigma^2)}, \quad (1.15)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення дальності пересування, хв.

Якщо відомо значення середньої, мінімальної і максимальної дальності пересування в місті, то згідно [59] функцію тяжіння можна формувати за допомогою щільності ймовірності розподілу Сімсона:

$$f(l) = \begin{cases} \frac{2 \cdot (l - l_{\min})}{(l_{\max} - l_{\min})(l_0 - l_{\min})}, & \text{при } l_{\min} \leq l \leq l_0, \\ \frac{2 \cdot (l_{\max} - l)}{(l_{\max} - l_{\min})(l_{\max} - l_0)}, & \text{при } l_0 \leq l \leq l_{\max}, \\ 0, & \text{в усіх інших випадках,} \end{cases} \quad (1.16)$$

де $l_{\max}, l_{\min}$ – відповідно, максимальне і мінімальне значення випадкової величини;

l_0 – мода випадкової величини.

Загальним недоліком всіх функцій тяжіння незалежно від їх виду є використання в якості основного параметра транспортних характеристик процесу пересування [60–62].

За аналогією з ентропійною моделлю в [63] розроблено підхід до розрахунку величин кореспонденцій оптимізаційним методом. Спосіб розрахунку є симбіозом гравітаційного і ентропійних методів. Як метод оптимізації використовувався метод множників Лагранжа, який дозволяє знайти відносний екстремум функції [64]. Цільова функція має такий вигляд:

$$F(h_{ij}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} - h_{ij})^2 \rightarrow \min, \quad (1.17)$$

де $F(h_{ij})$ – цільова функція;

b_{ij} – потенційні кореспонденції між районами, отримані за гравітаційною моделлю, пас.;

h_{ij} – кореспонденції між транспортними районами, пас.

Для знаходження оптимуму функціонал (1.17) записується в наступному вигляді:

$$\begin{aligned} L(h_{11}, h_{12}, \dots, h_{nn}, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{(2n-1)}) = \\ = F(x) + \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot \left(\sum_{j=1}^n h_{ij} - HO_i \right) + \sum_{i=n+1}^{2n-1} \lambda_i \cdot \left(\sum_{j=1}^n h_{ij} - HP_i \right), \end{aligned} \quad (1.18)$$

де n – кількість транспортних районів, од.;

$\lambda_1, \dots, \lambda_m$ – множники Лагранжу.

На відміну від інших гравітаційних моделей запропонований підхід дозволяє визначити значення матриці кореспонденцій з жорстким виконанням умов рівності сум кореспонденцій по стовпцях і рядках матриці з місткостями транспортних районів щодо відправлення та прибуття. Недолік даного методу моделювання, який характерний більшості гравітаційних моделей – це розподіл кореспонденцій між транспортними районами з урахуванням лише одного транспортного фактора [65].

В роботі [58] пропонується виконувати процедуру «оновлення» старої матриці кореспонденцій, що імовірно дозволяє мінімізувати трудомісткість проведення розрахунків і, відповідно, процедуру отримання інформації про потреби в пересуваннях. В основу даного підходу покладено використання гравітаційної моделі, відмінною рисою якої є функція опору *EVA*, запропонована Д. Лозе [56]. Слід зауважити, що, незважаючи на застосування при моделюванні комбінованої функції тяжіння, розподіл кореспонденцій по

транспортним районам фактично виконується на основі одного фактора – часу переміщення. Достовірність отриманих значень перевіряється за наступним функціоналом:

$$\sum_{i=1}^n |e_i| = \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| = \sum_{i=1}^n \left| y_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot \hat{x}_j \right| \rightarrow \min, \quad (1.19)$$

де $y, \hat{y}$ – відповідно значення пасажирських потоків, отримані емпіричним і розрахунковим способами, пас.

Таким чином, виникають сумніви відносно невисокою трудомісткості даного підходу, так як значення емпіричних пасажиропотоків можна отримати лише в результаті проведення натурних обстежень.

В [66] зроблена спроба комплексного обліку ряду транспортних факторів як функції опору. Процедура розрахунку заснована на використанні класичної гравітаційної моделі. Відмінною особливістю даного підходу є лише метод визначення функції опору. Значення d пропонується визначати на основі обробки анкетних даних (інформація з відділу кадрів підприємств). Результатом моделювання є функція тяжіння виду

$$d = 0,458503 + 0,123853 \cdot 0,7^l \quad (1.20)$$

де l – відстань між транспортними районами, км.

Таким чином, отримано звичайну функцію тяжіння з урахуванням лише одного фактора.

У зв'язку з недостатньою точністю результатів розрахунків, при використанні в якості функції опору відстані між ТР розроблено моделі, які в якості важливого чинника враховують сумарні транспортні витрати на пересування з одного ТР в інший [67, 68]. В якості оціночних показників авторами пропонується використовувати кількість пересадок, час пересування і зручність повідомлення.

Серед апріорних моделей також слід відзначити метод зустрічних можливостей, який заснований на гіпотезі С. Стоффера. Основним фактором є можливість закінчити поїздку, не доїжджаючи до запланованого району. Ця гіпотеза представлена в наступному математичному вираженні [47]:

$$\frac{dy}{ds} = \frac{a}{x} \cdot \frac{dx}{ds}, \quad (1.21)$$

де dy – приріст кількості поїздок від центру до кругової зони ds ;

s – відстань від центру до зони, що розглядається, км;

x – кількість зустрічних можливостей закінчити поїздку від центру до зони, од.;

a – постійна.

Величина $\frac{dy}{ds}$ представляє значення кореспонденції пасажирів між районами i та j . У якості зустрічних можливостей закінчити поїздку доцільно застосовувати кількість місць прикладання праці. Основним недоліком методу можливостей є лінійність алгоритму розв'язання задачі і припущення про однорідний розподіл потенціалу привабливості по даній площі.

В [57] пропонується визначати попит на пересування через пасажиропотоки з подальшою їх трансформацією в кореспонденції. Це, за словами автора, можливо виходячи з припущення про те, що відомий пасажиропотік дає тільки одну кореспонденцію. Значення матриць маршрутних кореспонденцій є основою для визначення завантаженості транспортної мережі пасажиропотоками, яка в подальшому трансформується в матрицю міжрайонних кореспонденцій.

Згідно з [57] маршрутна кореспонденція визначається за такою залежністю:

$$q_{ij} = a_i \cdot b_j \cdot \prod_{k=x+1}^{j-1} (P_k - b_k) / \prod_{k=x+1}^{j-1} P_k, \quad (1.22)$$

де a, b – пасажирообмін зупиночного пункту, пас.;

P_k – завантаженість перегону, пас.

Дана методика дозволяє локально вирішити задачу визначення маршрутних кореспонденцій, але механізм отримання мережових кореспонденцій відсутня.

В [68] пропонується моделювати матриці маршрутних кореспонденцій за результатами обробки талонного обстеження. Метод має на увазі залучення значної кількості обліковців і пов'язаний з високою трудомісткістю отримання кінцевих результатів. Інформація про пересування використовуються в подальшому як еталон при оцінюванні методом найменших квадратів щодо модельованих величин [68, 69]. В результаті задача зводиться до стандартної, а саме – калібрування гравітаційної моделі, аналогічно з [63].

За аналогією з визначенням попиту на пересування пасажирів робляться спроби отримати за допомогою математичних методів характеристик транспортних кореспонденцій в містах. Так, в роботах [70, 71] зміна положення транспортних засобів у просторі і часі розглядається як стохастичний процес. В якості головного чинника, що визначає вибір можливого маршруту слідування, пропонується «час руху». Розрахунок транспортних кореспонденцій виконується по гравітаційній моделі з урахуванням лише одного транспортного фактора.

Описані вище моделі широко поширені на пострадянському просторі, в той час як західні вчені в даний час активно використовують так звані моделі дискретного вибору, які передбачають одночасний розрахунок і розподіл кореспонденцій по мережі. Вони засновані на припущенні, що індивідуум має можливість вибрати маршрут з певного переліку альтернатив. Однією з таких моделей є модель EVA, запропонована Д. Лозе [72]. У своїй моделі EVA, яка передбачає крім визначення значень кореспонденцій їх розподіл по мережі, Д. Лозе систематизує пересування на 8 груп по меті поїздки. Принцип розрахунку заснований на імовірнісному підході. Загальний вигляд функції визначення кореспонденцій наступний:

$$v_{ijk} = \frac{P(A_i) \cdot P(E_j) \cdot P(M_k) \cdot P(W|(A_i \cap E_j \cap M_k))}{\sum_{i'} \sum_{j'} \sum_{k'} P(A_{i'}) \cdot P(E_{j'}) \cdot P(M_{k'}) \cdot P(W|(A_{i'} \cap E_{j'} \cap M_{k'}))} \cdot V, \quad (1.23)$$

де $P(A_i)$ – ймовірність того, що переміщення починається в транспортному районі i ;

$P(E_j)$ – ймовірність того, що пересування закінчується в транспортному районі j ;

$P(M_k)$ – ймовірність того, що при пересуванні використовується k -й транспортний засіб;

V – потік відправлення з i -го транспортного району.

Перевагою даного методу є моделювання МПК на основі імовірнісного підходу. Визначення ймовірностей базується на обліку наступних параметрів: відстані пересування, часу пересування, грошових витрат і узагальнених витрат на пересування.

Стосовно до опису вибору маршруту слідування, що непрямым чином характеризує матрицю кореспонденцій, модель може мати вигляд [73]:

$$P_k = \left[\sum_{j=1}^m \prod_{i=1}^n \left(\frac{f_{ij}}{f_{ik}} \right)^{a_i} \right]^{-1}, \quad 1 \leq k \leq m, \quad (1.24)$$

де P_k – частка пасажирів, яка обере маршрут k на основі n характеристик (f) з m альтернативних варіантів маршрутів.

У якості характеристик (f) виступають характеристики маршрутів, такі як: інтервал руху автобусів, вартість проїзду, тривалість пересування і т.д. За схожими параметрами в [74] ймовірність вибору пасажирями шляху проходження з i -го транспортного району в j -й з усієї сукупності можливих шляхів оцінюється за часом пересування та кількістю посадок. Відмінна особливість [74] від [73] полягає в використанні адитивної моделі, малому переліку врахованих факторних ознак, серед яких немає містобудівних і

соціальних характеристик [74]. У зв'язку з цим модель характеризується поганими прогнозними здібностями.

Таким чином можна підвести підсумок, що більшості апріорних моделей притаманний один тип недоліків: вузьке коло врахованих показників, які обираються часто суб'єктивно [33], що не дозволяє передати неоднорідність трудових зв'язків [75]. Отримані результати характеризуються невисоким рівнем достовірності, так як помилка розрахунків може досягати 300 відсотків [25]. У той час як, приймаючи до уваги імовірнісний характер попиту на трудові пересування, допускається похибка в розрахункових даних 20–25 відсотків [20].

Інтервальна концепція моделювання МПК [60] кардинальним чином відрізняється від всіх інших підходів до вирішення даного питання. Побудова моделей засновано на гіпотезі, що пасажирська кореспонденція є випадковою величиною. Основними параметрами даної функції виступають місткості транспортних районів щодо відправлення та прибуття. Так як величина кореспонденції випадкова, кількість варіантів МПК при незмінних місткостях транспортних районів буде більше одиниці. Вводиться оціночний показник стану попиту – величина транспортної роботи МПТ. Таким чином, довжина всього інтервалу можливих варіантів МПК оцінюється за формулою:

$$\Delta W = \sum_{d=1}^{N_{TP}} \sum_{e=1}^{N_{TP}} h_{de} \cdot L_{de} - \sum_{d=1}^{N_{TP}} \sum_{b=1}^{N_{TP}} h'_{db} \cdot L_{db}, \quad (1.25)$$

де h_{de} – величина кореспонденції між районами d та e в вихідної (базової) матриці, пас.;

h'_{db} – величина кореспонденцій між районами d та b в експериментальній (нової) матриці, пас.;

L_{db} – мінімальна відстань між районами d та b , км;

N_{TP} – кількість TP , од.

Дана постановка задачі має своє практичне втілення. Так в [61] запропонована методика інтервального моделювання МПК шляхом її

формування з матриць маршрутних кореспонденцій. Метод отримання МПК добре апробовано для малих міст, в яких кількість функціонуючих пасажирських маршрутів невелика. Згідно з розробленою методикою зв'язки між кореспонденціями і місткостями ЗП щодо відправлення та прибуття можна описати системою рівнянь (1.26).

$$\left\{ \begin{array}{l} D_1 = h_{13} + \dots + h_{1(n-1)} + h_{1n} = \sum_{j=3}^n h_{1j}; \\ \dots\dots\dots; \\ D_e = \sum_{j=e+1}^n h_{ej}, \quad e \in [2; n-2]; \\ \dots\dots\dots; \\ A_r = \sum_{i=1}^{r-1} h_{ir}, \quad r \in [3; n-1]; \\ \dots\dots\dots; \\ A_n = h_{1n} + h_{2n} + \dots + h_{(n-2)n} = \sum_{j=1}^{n-2} h_{1j}. \end{array} \right. \quad (1.26)$$

У якості функціоналу для визначення граничних (екстремальних) варіантів МПК прийнята транспортна робота. Кожні екстремальні варіанти маршрутних МПК є основою для отримання мережевої МПК [61].

На основі аналізу можливих варіантів отримання маршрутної МПК симплекс-методом виведені загальні аналітичні залежності для отримання маршрутних кореспонденцій (1.27).

$$h_{ij} = \sum_{e=1}^{\alpha} D_e - \sum_{r=1}^{\alpha-1} A_r \quad \text{або} \quad h_{ij} = \sum_{r=1}^{\alpha} A_r - \sum_{e=1}^{\alpha-1} D_e, \quad \text{або} \quad h_{ij} = \sum_{e=1}^{\alpha} D_e \pm \sum_{r=1}^{\alpha} A_r \quad (1.27)$$

де α – кількість місткостей ЗП по відправленню або прибуттю в рівнянні кореспонденції, $[1; n]$;

e, r – індекси місткостей ЗП, які використовуються для розрахунку кореспонденцій, впорядковані в межах безлічі $[1; \alpha]$.

Ключовою перевагою даного методу отримання МПК є висока точність результуючих даних, так як формування мережевої МПК виконується на основі маршрутних МПК, отриманих за результатами натурних обстежень. Недоліком же даного методу формування МПК є його застосовність лише для малих міст, які характеризуються невеликим коефіцієнтом пересадковості і малою кількістю міських пасажирських маршрутів. Даний метод може бути використаний для середніх міст з деякими змінами за умови підтвердження малого значення коефіцієнта пересадковості. Ключовим питанням у цьому випадку є технологія проведення обстежень на маршрутній мережі, так як в середніх містах мережа є більш розвиненою, і виникають додаткові складнощі в повному охопленні всіх рейсів натурними обстеженнями.

Інший напрямок інтервального моделювання попиту [23] отримало розвиток для великих і найбільших міст, в яких кількість пасажирів, що одночасно переміщаються по мережі, є дуже великим, в порівнянні з малими містами. В цьому випадку масовість процесів, що відбуваються в транспортній системі міста, дозволяють шукати закономірності їх перебігу. При цьому виходячи з того, що кількість користувачів МПТ є досить великим і кожен індивідуум керується рядом персоніфікованих параметрів вибору шляху пересування і формування пари «житло-робота», що дозволяє зробити висновок про випадковість процесу формування попиту на послуги МПТ [76–80]. У зв'язку з цим в [23], значення кореспонденції запропоновано формалізувати у вигляді такої функції:

$$h_{ij} = f(D_i, A_j, \varepsilon) \quad (1.28)$$

де ε – випадкові фактори.

В [23] аналітично і експериментально обґрунтовано, що при постановці завдання (1.28) кількість МПК при незмінних місткостях транспортних районів щодо відправлення та прибуття буде більше одиниці. У цьому випадку ставиться задача визначення найбільш ймовірно можливого стану попиту, за

умови високої достовірності даних ємностей TP . В роботі [23] це гарантується результатами натурних обстежень пасажиропотоків на транспортній мережі міста Харкова, які послужили основою для визначення величин TP . У свою чергу, для отримання варіантів МПК автор прагнув нівелювати вплив транспортних і соціальних факторів на процес формування величин пасажирських кореспонденцій. У зв'язку з цим варіанти станів МПК виходять шляхом циклічного перетворення вихідного стану МПК, яке визначається в результаті розрахунків по наступній моделі:

$$h_{ij} = Q \cdot p_i \cdot p_j, \quad (1.29)$$

де p_i – ймовірність відправлення з i -го транспортного району;

p_j – ймовірність прибуття в j -й транспортний район.

$$p_i = D_i / Q, \quad (1.30)$$

$$p_j = A_j / Q, \quad (1.31)$$

$$\sum_{i=1}^r D_i = \sum_{j=1}^r A_j = Q, \quad (1.32)$$

де D_i – місткість ТР по відправленню з i -го району, пас.;

A_j – місткість ТР по прибуттю в j -й район, пас.;

Q – загальна кількість пасажирів, що переміщуються по маршрутній мережі міста за розрахунковий період, пас.

Сума ймовірностей p_{ij} , отриманих в матриці розподілу, дорівнює одиниці, як сума ймовірностей повної групи несумісних подій [23]:

$$\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r p_{ij} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r p_i \cdot p_j = 1. \quad (1.33)$$

З метою зниження рівня трудомісткості розрахунків по отриманню можливих варіантів МПК в роботі був запропонований алгоритм імітаційної моделі, на основі якого отримана вибірка МПК і розраховані оціночні показники: величина транспортної роботи і середня дальність пересування. Перевірені гіпотези про збіжність розподілів цих випадкових величин до нормального закону, в результаті чого гіпотези не були спростовані. Виходячи з виду закону розподілу середньої дальності пересування в [23] за правилом трьох сигм визначені межі інтервалу найбільш ймовірних станів МПК для міста Харкова. Отримані експериментальним шляхом закономірності формування попиту на послуги ГПТ в великих містах підтверджують результати теоретичних досліджень Г. В. Шелейховского [80].

В якості недоліку методу інтервального моделювання МПК [23] слід відзначити наявність значної кількості нульових кореспонденцій в матриці, отриманої в результаті її генерування за розробленим алгоритмом. Потрібно введення додаткового обмеження для забезпечення відповідності змодельованого попиту на пересування фактичному стану попиту. Однак ключовою перевагою даного методу є можливість отримання оцінки про рівень достовірності результуючих даних без наявності у дослідника реальної МПК, отриманої в результаті суцільного обстеження МПТ.

1.4 Мета і постановка задачі дослідження

На основі проведеного аналізу стану транспортної інфраструктури середніх міст, а також аналітичного огляду існуючих методів і моделей попиту на послуги міського пасажирського транспорту можна визначити основний напрям подальших досліджень.

Метою даної дисертаційної роботи є розробка нового методу визначення попиту на послуги міського пасажирського транспорту в середніх містах України. Об'єктом дослідження, відповідно, є процес формування попиту населення середніх міст на послуги міського пасажирського транспорту.

Предметом дослідження, яким локалізується сфера пошуку рішень для досягнення поставленої мети, виступають закономірності формування пасажирських кореспонденцій в середніх містах.

Гіпотезою дослідження є припущення, що отримання вибіркової інформації про пасажирообмін на маршрутах за весь день функціонування маршрутної мережі, буде достатнім для формування маршрутних матриць пасажирських кореспонденцій з заданим рівнем довірчої ймовірності необхідної точності.

Практичним результатом дисертаційної роботи повинна стати методика формування матриці кореспонденцій, що забезпечує адекватний опис попиту на пересування пасажирів у маршрутній системі міста.

Для досягнення наукової мети та практичних результатів дослідження необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналітичний огляд літературних джерел, в яких описуються методи та моделі визначення попиту на транспортне обслуговування міським маршрутним транспортом;
- провести теоретичні дослідження попиту на послуги міського пасажирського транспорту в середніх містах;
- обґрунтувати методику проведення вибіркового обстеження пасажиропотоків табличним методом на маршрутах наземного пасажирського транспорту;
- розробити метод визначення місць пересадок на маршрутній мережі, що базується на результатах табличного обстеження пасажиропотоків;
- розробити імітаційну модель формування матриці мережевих кореспонденцій для середніх міст;
- розробити методику визначення попиту на послуги маршрутного пасажирського транспорту середніх міст та оцінити результати моделювання попиту на пересування пасажирів за запропонованою методикою.

Висновки по першому розділу

1. Характерною особливістю середніх міст є досить незначна (до 40 одиниць) кількість маршрутів міського пасажирського транспорту при істотній кількості транспортних засобів, які працюють на них. Це робить скрутним проведення суцільного обстеження пасажиропотоків у маршрутній мережі табличним методом, але залишає можливості для проведення вибіркового обстеження пасажиропотоків на окремих рейсах по кожному маршруту, із залученням необхідної кількості обліковців.

2. Хоча можуть існувати розбіжності між містами середньої групи в транспортно-планувальній структурі, вони мають ряд спільнот, а саме використовуваним типом і місткістю рухомого складу, трасуванням маршрутів і кількістю задіяних випусків в обслуговуванні населення. Це є основою для уніфікації методики вибіркового обстеження табличним методом для всіх середніх міст України.

3. Як фактори формування попиту на послуги МПТ в переважній більшості випадків розглядаються або характеристики транспортної мережі, або параметри процесу перевезення, які лише частково відображають причини формування попиту на пересування. При цьому опускається група соціально-економічних чинників, які в ряді випадків надають більш істотний вплив на формування потреб в пересуваннях, так як дана група показників є первинною в рамках життєдіяльності кожного індивідуума.

4. Використання гіпотез про аналогію формування попиту населення середніх міст на послуги МПТ з законом гравітації і термодинамічними процесами не має під собою аргументованого підґрунтя. При цьому розгляд процесу формування величини кореспонденції як функції від однієї змінної значно спрощує формалізацію об'єкта дослідження і призводить до значних похибок в результатах розрахунків.

5. Натурні обстеження є найбільш надійним і точним методом отримання даних про попит населення на послуги міського пасажирського

транспорту, однак вони мають високу ефективність у малих містах, так як тільки для них існує можливість проведення суцільного обстеження пересувань при залученні незначної кількості обліковців.

6. Інтервальне моделювання попиту дозволяє достовірно визначити межі можливих варіантів матриці кореспонденції, однак, методологія оцінки проміжних станів попиту на даний момент розроблена лише для найбільших і малих міст з урахуванням специфіки процесів формування кореспонденцій. У зв'язку з цим, необхідна розробка нового підходу до моделювання попиту в середніх містах, з урахуванням існуючої методології інтервального моделювання та особливостей міст даної групи.

Матеріали по даному розділу представлені в науковій роботі [2].

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВНИ МОДЕЛЮВАННЯ МАТРИЦЬ ПАСАЖИРСЬКИХ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ В СЕРЕДНІХ МІСТАХ

Модель потреб населення міста в пересуваннях громадським транспортом є основою для виконання більшості робіт з транспортного планування міст. Вона також вносить найбільшу частину невизначеності в транспортні розрахунки, оскільки є найбільш складним питанням в транспортному моделюванні. Практичним результатом даного етапу моделювання є матриця пасажирських кореспонденцій, яка найчастіше відноситься до ранкового періоду пік робочого дня тижня.

Забезпечити надійний прогноз потреб населення в пересуваннях можна лише за допомогою комплексного підходу – на основі фактичних даних, з обов’язковим застосуванням досить повно обґрунтованих теоретичних методів прогнозування. Отримання надійних фактичних даних для моделювання попиту на перевезення пасажирів можливо за допомогою табличного методу обстеження пасажиропотоків, який, однак, не дозволяє отримувати фактичні значення між зупиночних кореспонденцій. Для їх оцінки потрібні проведення додаткових розрахунків, заснованих на фактичних значеннях кількості пасажирів, які увійшли в транспортний засіб і вийшли з нього на кожній зупинці. Завданням даного розділу є розробка теоретичного апарату, що дозволяє отримати відповідні закономірності формування попиту на послуги маршрутного пасажирського транспорту і використовувати їх при формуванні моделі попиту в середніх містах.

2.1 Постановка завдання визначення попиту на послуги маршрутного транспорту в середніх містах

Найкращим методом отримання МПК є обстеження фактичних пересувань населення міста по транспортній мережі. У разі розгляду громадського

транспорту, обстеження стосуються лише міських маршрутів, взаємодія яких з пасажирями відбувається на обладнаних, або необладнаних зупиночних пунктах. Найбільш надійний і поширений табличний метод обстеження міських маршрутів, який дозволяє отримати практично придатні до використання результати обстеження, забезпечує дослідників інформацією лише про кількість пасажирів, які увійшли в салон транспортного засобу або вийшли з нього. Такої інформації цілком достатньо для загальної оцінки обсягів перевезень, але вона практично не відображає величини кореспонденцій на маршруті.

Для перетворення фактичних місткостей зупиночних пунктів у значення кореспонденцій між ними, необхідна методика прогнозування кореспонденцій на основі правдоподібних гіпотез щодо висадки пасажирів, які знаходяться в салоні транспортного засобу, на тих маршрутних зупинках, які залишилися на шляху транспортного засобу до кінцевого пункту маршруту.

Основою для побудови загальноміської матриці кореспонденцій в такому випадку є рейсові матриці кореспонденцій для всіх маршрутів і всіх рейсів, які виконуються протягом досліджуваного періоду, зазвичай це ранковий період пік або одну добу:

$$H_c = f(\forall H_k, k_n), \quad (2.1)$$

де H_c – матриця мережевих кореспонденцій (представляється як безліч маршрутних матриць кореспонденцій);

H_k – матриця кореспонденцій k -го маршруту;

k_n – коефіцієнт пересадковості.

Сукупність рейсових кореспонденцій всіх маршрутів за певний проміжок часу, називається матрицею маршрутних кореспонденцій H_m , яка при збереженні єдиної загальноміської нумерації зупиночних пунктів в матрицях окремих маршрутів, є їх матричною сумою:

$$H_m = \sum_{k=1}^n H_k, \quad (2.2)$$

де n – кількість рейсів на даному маршруті, од.

Наявність коефіцієнта пересадковості в (2.1) обумовлено відмінностями між маршрутною і мережевою матрицями кореспонденцій. Перша відображає кількість маршрутних поїздок, друга – кількість пересувань від пункту відправлення до пункту призначення і є повним відображенням попиту на послуги пасажирського транспорту. Кожне пересування може складатися з декількох маршрутних поїздок, додаткову кількість яких визначається кількістю пересадок на шляху прямуювання. Відношення кількості маршрутних поїздок до кількості пересувань називається коефіцієнтом пересадковості і його присутність в (2.1) вимагає, при моделюванні попиту на послуги пасажирського транспорту, об'єднання маршрутних кореспонденцій в мережеві. Однак, при незначній кількості пересадок в маршрутній мережі, якими можна знехтувати без відчутної втрати точності оцінки кількості пересувань, як загальноміський матриці мережевих кореспонденцій може бути прийнята маршрутна матриця кореспонденцій (2.2).

Метод оцінки кількості пересадок в маршрутній системі описується в підрозділі 2.3, даний підрозділ присвячений формуванню теоретичної основи для отримання матриць кореспонденцій для кожного окремого маршруту, що забезпечує отримання маршрутної матриці кореспонденцій (2.2)

Для реалізації методики формування маршрутної матриці кореспонденцій на основі результатів вибіркового обстеження пасажиропотоків табличним методом, маршрутна мережа міста представляється у вигляді сукупності зупиночних пунктів:

$$P = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_N\}, \quad (2.3)$$

де φ – зупиночний пункт;

N – кількість зупиночних пунктів в маршрутній мережі, од.

У свою чергу, кожна рейсова кореспонденція h_{pl} є кількістю пасажирів, які пересуваються між пунктами зупинок p та l . При цьому кожен автобус, що

експлуатується на маршрутній мережі, виконує A_i кількість рейсів. Загальна кількість рейсів за добу по усій мережі представляється у вигляді множини:

$$A = \{A_1, A_2, A_i, \dots, A_M\}, \quad (2.4)$$

де A_i – рейси i -го маршруту, од.;

M – загальна кількість маршрутів в мережі, од.

У більшості випадків охопити обстеженням всю сукупність рейсів в середніх містах практично неможливо, тому доведеться проводити вибіркове обстеження. В цьому випадку виникає питання про спосіб формування і обсязі вибіркової сукупності рейсів.

Для вирішення цього питання робиться припущення, що всі маршрути мають приблизно однакову привабливість для пасажирів, тобто відсутні переваги у виборі маршруту проходження і пасажирів сідають в перший маршрутний транспортний засіб, який відправляється від зупинкового пункту p в пункт l . Середні інтервали руху відомі і постійні на всіх маршрутах, таким чином, кількість рейсів за заданий період часу відомо для кожного маршруту A_k .

Через відносно великі масштаби середніх міст, кількість автобусів кожного маршруту, в яких знаходяться обліковці при проведенні обстеження, становить лише деяку частину всіх автобусів на маршруті. Тобто, обстежені можуть бути не всі рейси на маршруті, а тільки деяка кількість $a_i < A_i$. При цьому кількість обліковців, що виконують обстеження, становить n і кожен з обліковців фіксує тільки кілька рейсових кореспонденції h_{jpl} , яка є вибіркою із загальної сукупності рейсових кореспонденцій h_{pl} , пасажирів, які прямують пунктами зупинок p і l .

$$h_{pl} = f(h_{jpl}), \quad (2.5)$$

де h_{pl} – величина пасажирської маршрутної кореспонденції між пунктами зупинок p і l в цілому по маршрутній системі за аналізований період;

h_{jpl} – величина маршрутної кореспонденції між пунктами зупинок p і l , за результатами обстеження j -го з усіх маршрутів рейсу, які обслуговують кореспонденцію між пунктами зупинок p і l .

Чим більше рейсових кореспонденцій h_{jpl} зафіксовано, тим точнішою буде оцінка загальної величини h_{pl} . Виходячи з цього, ставиться завдання визначення такої кількості обліковців або такої кількості рейсів, обстеження яких дозволить визначити загальну сукупність h_{pl} при заданому рівні довірчої ймовірності P .

Очевидно, що чим нижче буде варіативність фактичних даних, відносна, безрозмірна величина якої характеризується коефіцієнтом варіації, тим менша кількість замірів необхідно провести:

$$k_v = \frac{\sigma}{\mu}, \quad (2.6)$$

де k_v – коефіцієнт варіації випадкової величини;

σ – середньоквадратичне відхилення розглянутої величини;

μ – математичне очікування даної величини.

Також слід пам'ятати, що в результаті вибіркового обстеження дослідник отримує деяку сукупність даних, яка в загальному випадку буде менше генеральної. Тобто, для вибіркового обстеження пасажиропотоків табличним методом, отримані значення величин кореспонденцій в загальному випадку будуть менше, ніж їх реальні значення. Тоді необхідно забезпечити перехід від вибірових значень кореспонденцій до їх реальних величин, для чого слід ввести відповідний коефіцієнт приведення на основі загальної кількості рейсів на маршруті і кількості обстежених рейсів:

$$C_k = \frac{A_k}{a_k}, \quad C_k \geq 1, \quad (2.7)$$

де C_k – коефіцієнт приведення вибірових значень кореспонденцій до їх реальних величин k -го маршруту;

a_k – кількість рейсів, вибірково обстежених на k -му маршруті, од.

Якщо $C_k = 1$, то табличное обстеження на k -м маршруті є не вибіркоvim, а суцільним.

В результаті добутку введеного коефіцієнту на значення кореспонденцій, отриманих за вибіркоvim обстеженням, отримуємо загальну оцінку величини кореспонденції h_{pl} між пунктами зупинок p і l у вигляді числового ряду:

$$h_{pl} = C_1 \cdot h_{1pl} + C_2 \cdot h_{2pl} + C_3 \cdot h_{3pl} + \dots + C_n \cdot h_{npl} = \sum_k^{M_{pl}} C_k \cdot h_{kpl}, \quad (2.8)$$

де h_{kpl} – пасажирська кореспонденція k -го маршруту, яка фактично є випадковим числом, пас.;

M_{pl} – кількість маршрутів, які обслуговують кореспонденцію між пунктами зупинок p і l .

Для отримання значення коефіцієнта варіації необхідно визначити середньоквадратичне відхилення, яке знаходиться по дисперсії:

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2} = \sqrt{D(X)}, \quad (2.9)$$

де $\sigma_x^2, D(X)$ – дисперсія величини, що розглядається.

Згідно [81, 82] дисперсія шуканого значення кореспонденції на одному маршруті буде визначатися як:

$$D(C \cdot h_{pl}) = M \left(C \cdot h_{pl} - M(C \cdot h_{pl}) \right)^2, \quad (2.10)$$

де $M(C \cdot h_{pl})$ – математичне очікування величини $C \cdot h_{pl}$.

Так як C є константою, виконаємо відповідні перетворення, в результаті яких отримуємо:

$$D(C \cdot h_{pl}) = M \left(C^2 \cdot (h_{pl} - M(h_{pl}))^2 \right) = C^2 \cdot M(h_{pl} - M(h_{pl}))^2. \quad (2.11)$$

З урахуванням (2.7) і (2.10) вираз (2.11) приймає вид:

$$D(C \cdot h_{pl}) = C^2 \cdot D(h_{pl}), \quad (2.12)$$

$$D(C \cdot h_{pl}) = \left(\frac{A_k}{a_k} \right)^2 \cdot D(h_{pl}). \quad (2.13)$$

На основі отриманого виразу дисперсії, з урахуванням (2.9) визначаємо величину середньоквадратичного відхилення:

$$\sigma_{h_{pl}} = \sqrt{\left(\frac{A_i}{a_i} \right)^2 \cdot D(h_{pl})}. \quad (2.14)$$

Тоді відносна похибка обстеження становитиме:

$$\delta_{pl}^{\alpha} = \frac{\gamma_{\alpha} \cdot \left(\sum_{k=1}^M h_{pl}^k \cdot \left(\frac{A_k}{a_k} \right)^2 \right)^{0,5}}{\sum_{k=1}^M h_{pl}^k \cdot \left(\frac{A_k}{a_k} \right)}, \quad (2.15)$$

де γ_{α} – квантиль розподілу, який визначається на основі рівня довірчої ймовірності.

Фактично відносна похибка вибіркового обстеження є своєрідною похідною від помилки суцільного обстеження:

$$\delta_{kl}^{\alpha} = \gamma_{\alpha} \cdot \delta_{kl}, \quad (2.16)$$

де δ_{kl} – відносна похибка суцільного обстеження.

Квантиль ймовірності розподілу визначається з умови:

$$P\left\{\left|D_t - \lambda_{pl} \cdot t\right| < \gamma_{\alpha} \cdot \sqrt{\lambda_{pl} \cdot t}\right\} = \alpha, \quad (2.17)$$

де D_t – зафіксоване за час t кількість пасажирів, що відправились з зупинки пас.;

λ_{pl} – інтенсивність підходу пасажирів на зупиночний пункт для виконання поїздки між i -м і j -м пунктами зупинок, пас./год.;

t – розрахунковий період проведення замірів (приймається рівним одній годині), год.;

$\lambda_{pl} \cdot t$ – математичне очікування за період t (на основі властивостей числових характеристик розподілу Пуассона), пас.;

$\sqrt{\lambda_{pl} \cdot t}$ – середньоквадратичне відхилення за період t (на основі властивостей числових характеристик розподілу Пуассона), пас.

При цьому квантиль ймовірності буде визначатися на основі властивості закону Пуассона: перетворюватись в нормальний розподіл при $\lambda > 10$ [83, 84]. Та, виходячи з симетричності нормального розподілу, отримуємо:

$$\frac{\alpha}{2} = \Phi(\gamma_\alpha), \quad (2.18)$$

де $\Phi(\gamma_\alpha)$ – функція Лапласа.

На рис. 2.1 представлена графічна інтерпретація довірчого інтервалу при нормальному законі розподілу, на якому $\bar{\lambda}$ представлено в загальному вигляді математичне очікування, а x_α – границі довірчого інтервалу [84].

Таким чином, задаючи рівень довірчої ймовірності, яка відповідає ступеню надійності описуваних інтервалом даних, можна визначити відносну похибку вибіркового обстеження на маршрутній мережі. При цьому ключовим параметром обстеження, що впливає на рівень помилки, будуть значення C_k для усіх M маршрутів та $h_{pl}(k)$. Та якщо C_k безпосередньо залежить від кількості обстежених рейсів на k -му маршруті і може бути при необхідності змінено, то величина $h_{pl}(k)$ є відображенням попиту на транспортне обслуговування і, фактично, невідома для обліковця. Як зазначалося вище, для середніх міст таблично-опитувальний і талонний методи важко застосовні, що вимагає

розробки методики отримання маршрутних кореспонденцій на основі результатів табличного обстеження як найбільш доступного і дозволяє визначити кількісні характеристики пересувань пасажирів.

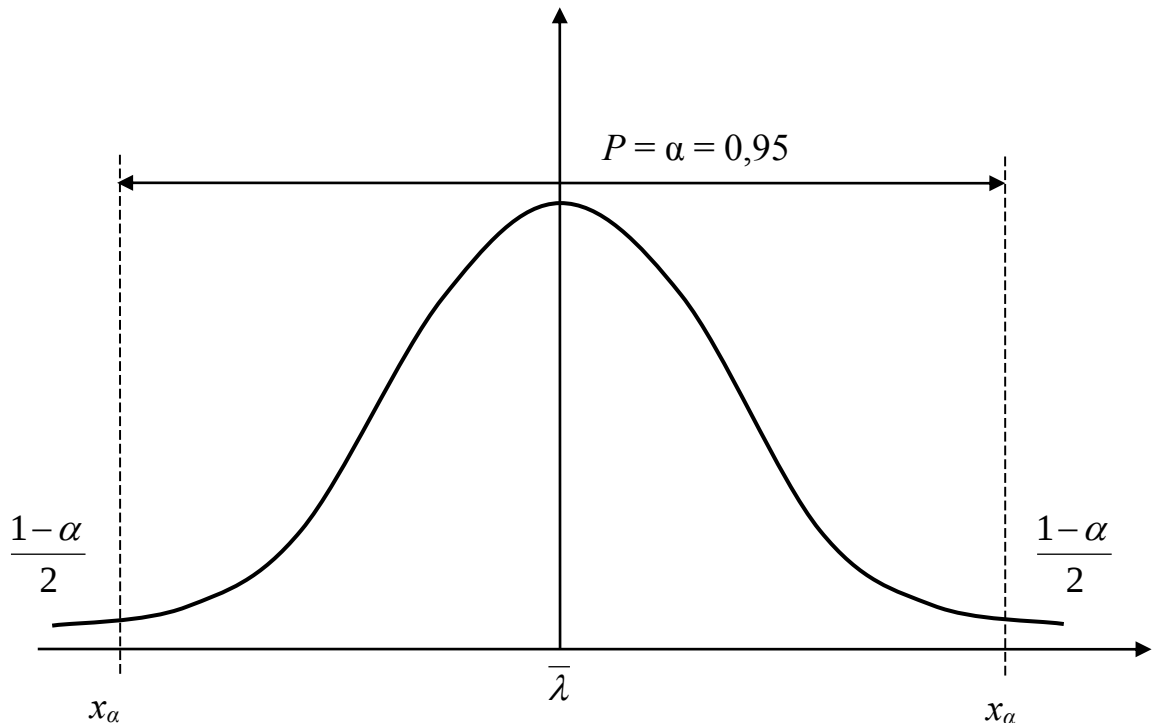


Рисунок 2.1 – Графічне представлення області довірчої ймовірності

На основі наведених у підрозділі залежностей можна визначити відносну похибку вибіркового обстеження, на основі отриманих значень маршрутних кореспонденцій.

2.2 Моделювання рейсових кореспонденцій на основі результатів табличного обстеження

У попередньому підрозділі були розроблені основи для визначення достатньої кількості вимірів на основі заданого значення рівня довірчої ймовірності. При цьому первинним є спосіб отримання кореспонденцій на основі результатів табличного обстеження пасажирообміну зупиночних пунктів. Для цього необхідно розробити методологічні основи, так як відомо,

що табличне обстеження при значній інтенсивності потоку вхідних і вихідних пасажирів на зупиночних пунктах не дозволяє в явному вигляді визначити матрицю маршрутних кореспонденцій.

Нехай за результатами табличного обстеження одного рейсу вхідний потік пасажирів на зупиночному пункті склав величину D_p , а що виходить – A_l . Обстеження проводиться на k -му маршруті, на трасі якого є s -а кількість зупинок.

У цьому випадку, кількість пасажирів, що увійшли під час руху маршрутного засобу до l -ї зупинки становить:

$$D(l) = D_p + D_{p+1} + D_{p+2} + \dots + D_{l-1}, \quad (2.19)$$

де D_p – кількість пасажирів, які увійшли в транспортний засіб на p -м зупиночному пункті, пас.

Відповідно, кількість пасажирів, які вийшли до l -ї зупинки становить:

$$A(l) = A_{p+1} + A_{p+2} + \dots + A_{l-1}, \quad (2.20)$$

де A_{p+1} – кількість пасажирів, що вийшло на i -м зупиночному пункті, пас.

З урахуванням загальної кількості зупинок на m -му маршруті, використовуючи (2.19) і (2.20), отримуємо наступну рівність

$$D_1 + D_2 + \dots + D_p + \dots + D_{s-1} = A_2 + A_3 + \dots + A_p + \dots + A_s, \quad (2.21)$$

де s – кількість зупинок на маршруті в обстежуваному напрямку.

В якості основної гіпотези розподілу кореспонденцій між ЗП приймається статистично виправдане припущення про пропорційність середньої величини маршрутної кореспонденції кількості пасажирів, які увійшли в транспортний засіб на i -му ЗП і вийшли з нього:

$$\bar{h}_{pl}(k) = \frac{D_p}{D(l)} \cdot A_l. \quad (2.22)$$

З урахуванням вибіркового обстеження рейсів на маршруті оцінка величини маршрутної кореспонденції буде мати вигляд:

$$\bar{h}_{pl} = \bar{h}_{pl} \cdot \bar{a}_k \quad (2.23)$$

Потік пасажирів, що підходить до ЗП є найпростішим та розподіленим за законом Пуассона [81, 84]. Пуассонівський потік має низку властивостей:

– стаціонарність, тобто ймовірність попадання будь-якого числа подій на ділянку часу довжиною τ не залежить від того, де на осі $0 \rightarrow \tau$ розташовано цю ділянку, а залежить тільки від її довжини τ ;

– ординарність, що має на увазі практично неможливу реалізацію події попадання більше двох одиниць на малу ділянку $\Delta\tau$;

– відсутність післядії, що позначає незалежність кількості влучень на ділянку $\Delta\tau$ від попередніх результатів влучень на даний відрізок [84].

Основними властивостями потоку є відсутність післядії і ординарність. Математичне очікування випадкової величини, розподіленої за законом Пуассона рівно його дисперсії:

$$Dh_{pl}(k) = \bar{h}_{pl}(k). \quad (2.24)$$

З урахуванням вибіркового характеру обстеження, отримуємо:

$$Dh_{pl}(k) = \bar{h}_{pl}(k) \cdot \left(\frac{A_k}{a_k} \right)^2. \quad (2.25)$$

За результатами обстеження всіх маршрутів оцінка загальної величини кореспонденції h_{pl} пасажирів, які прямують пунктами зупинок p і l дорівнює:

$$h_{pl} = \sum_{k=1}^{M_{plj}} \bar{h}_{pl}(k) \cdot \frac{A_k}{a_k}. \quad (2.26)$$

Відповідно, дисперсія величини кореспонденції:

$$Dh_{pl} = \sum_{k=1}^{M_{pl}} D\bar{h}_{pl}(k) = \sum_{m=1}^{M_{pl}} \bar{h}_{pl}(k) \cdot \left(\frac{A_k}{a_k} \right)^2. \quad (2.27)$$

Якщо задати довірчу ймовірність α , то межі інтервалу, в який потрапляє середнє значення, буде дорівнює:

$$h_{pl} \in \left(\bar{h}_{pl} - \gamma_{\alpha} \cdot \sigma_{pl}; \bar{h}_{pl} + \gamma_{\alpha} \cdot \sigma_{pl} \right), \quad (2.28)$$

де σ_{pl} – середньоквадратичне відхилення величини кореспонденції між p -м і l -м пунктами зупинок, пас.;

γ_{α} – квантиль розподілу, який визначається за рівнем довірчої ймовірності.

$$\sigma = \sqrt{D\bar{h}_{pl}}. \quad (2.29)$$

Представлені вище моделі можна використовувати для отримання оцінок величин маршрутних кореспонденцій за результатами вибіркового обстеження табличним методом. У свою чергу, представлені математичні залежності статистичних характеристик величин кореспонденцій дозволяють визначити довірчі інтервали для оцінки достовірності отриманих даних. При виконанні умови потрапляння значень кореспонденцій в дані інтервали, їх можна характеризувати як практично можливі і формувати на їх основі матриці маршрутних кореспонденцій.

2.3 Теоретичні основи визначення кількості пересадок в маршрутній системі

Визначення кількості пересадок, які роблять пасажери протягом аналізованого періоду завжди має проводитися експериментальним шляхом. Це питання не може бути вирішене за допомогою математичних методів

моделювання, так як він випереджає створення математичної моделі об'єкта дослідження в розробляємому методі моделювання попиту на маршрутні перевезення пасажирів. Спроби визначити реальну кількість пересадок опитувальним методом вимагають значних ресурсів і зазвичай закінчуються отриманням інформації невисокої достовірності, в силу суб'єктивності відповідей респондентів.

Найбільш достовірні результати може забезпечити просте обстеження обліковцями, а краще відео спостереження за поведінкою пасажирів на зупинці після виходу з транспортного засобу. У зв'язку з цим виникає необхідність локалізації можливих місць виконання пересадок на маршрутній мережі, адже проводити спостереження за всіма пунктами зупинок в маршрутної системі міста буде не ефективно. Для розглянутих категорій середніх міст кількість зупиночних пунктів, на які пасажирів прибувають для пересадки на інші маршрути, не може бути великою. Місця пересадок в таких містах зазвичай концентруються в центральній частині і при пересуваннях пасажирів фактично забезпечують можливість пересадки за двома варіантами. У першому випадку пересування переривається і поновлюється на одному і тому ж ЗП, в другому – пасажир виконує піше пересування до іншого ЗП для посадки в наступний транспортний засіб. Для локалізації місць пересадки пасажирів необхідно виділити з усіх ЗП ті, на яких можлива і доцільна пересадка хоча б для однієї пари ЗП в місті. І якщо можливість пересадки досить легко визначити виходячи з конфігурації трас маршрутів, то доцільність пересадки потребує більш значних зусиль.

Основним завданням в описі даного процесу є коректна формалізація перетинів деяких вибіркового сукупностей зупиночних пунктів (маршрутів).

Нехай міський пасажирський маршрут громадського транспорту є безліччю R :

$$R_k = \{ \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_{s_i} \}, \quad (2.30)$$

де s – кількість зупинок, що обслуговуються k -м маршрутом.

Пересадка пасажира з k -го на $k + 1$ маршрут можлива в першому випадку, якщо існує підмножина Ξ , отримується в результаті перетину двох множин R_i та R_{i+1} , тобто

$$\Xi = R_i \cap R_{i+1} = \{\varphi\}. \quad (2.31)$$

За умови:

$$\left| R_i \right| > \left| \Xi \right|, \quad (2.32)$$

$$\left| R_{i+1} \right| > \left| \Xi \right|, \quad (2.33)$$

де $\left| R_i \right|$, $\left| R_{i+1} \right|$, $\left| \Xi \right|$ – відповідно, потужності множин R_i , R_{i+1} и Ξ .

На основі (2.19) і (2.20) існує можливість визначити значення пасажиропотоку для будь-якого безлічі R на будь-якому перегоні між пунктами зупинок p_m та p_{m+1} – в прямому напрямку, p_m та p_{m-1} – у зворотньому напрямку. Так в прямому напрямку він буде визначатися:

$$F_{m-(m+1)} = F_{(m-1)-m} + D_m - A_m, \quad (2.34)$$

де $F_{m-(m+1)}$ – годинний пасажиропотік на маршруті між m -м і $m + 1$ пунктами зупинок, пас.

Для всіх перегонів i -го або $i+1$ маршрутів розрахунок пасажиропотоків виконується рекурентним способом. Сумарний пасажиропотік, відповідно, визначається:

$$FG_i = \sum_{m=1}^{s-1} F_{m-(m+1)}, \quad (2.35)$$

де FG_i – загальний часовий пасажиропотік на i -му маршруті, $FG_i \in R_i$, пас./год.

Відомо, що пасажиропотокам на маршруті притаманні деякі коливання, що пов'язано з виконанням пересадок пасажирами і нерівномірним розподілом

місць тяжіння по трасі маршруту. Отже, на основі результатів вибіркового спостереження існує можливість фіксації різкого збільшення і зниження величин пасажиропотоків по трасах маршрутів. При розгляді процедури пересадки пасажирів між різними маршрутами громадського пасажирського транспорту можна припустити, що різке збільшення пасажиропотоку на якомусь перегоні може бути викликано різким його зниженням на суміжному маршруті. Перед побудовою математичних моделей пересадки пасажирів між суміжними маршрутами необхідно представити даний процес у вигляді фізичних моделей (рис. 2.2).

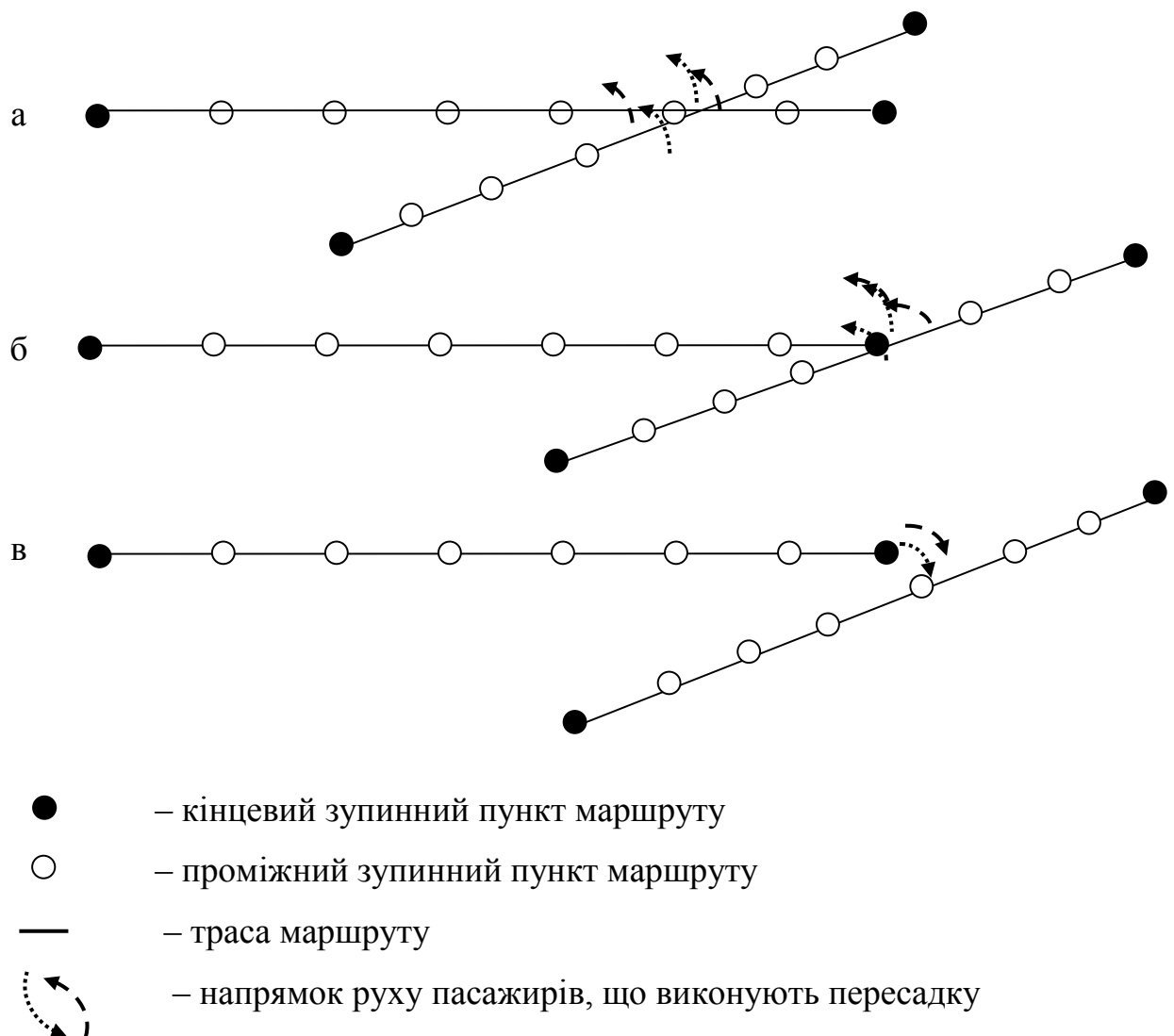


Рисунок 2.2 – Варіанти пересадки пасажирів

На рис. 2.2 описані практично можливі варіанти пересадок пасажирів на маршрутній мережі середніх міст, а саме:

– випадком а) позначений варіант пересадки з $s_i - m_i$ зупинки i -го маршруту на $s_{i+1} - m_{i+1}$ зупинку $i + 1$ маршруту за умов $u_i \in (0; s_i)$ та $u_{i+1} \in (0; s_{i+1})$;

– випадком б) позначений варіант пересадки з s_i -ї (кінцевої) зупинки i -го маршруту на $s_{i+1} - m_{i+1}$ зупинку $i + 1$ маршруту за умови, що $m_{i+1} \in (0; s_{i+1})$;

– випадком в) позначений варіант пересадки з s_i -ї (кінцевої) зупинки i -го маршруту на $s_{i+1} - m_{i+1}$ зупинку $i + 1$ маршруту за умови, що $m_{i+1} \in (0; s_{i+1})$ та $\Xi = R_i \cap R_{i+1} = \{ \}$.

Для коректної математичної формалізації процесу пересадки пасажирів між пунктами зупинок суміжних маршрутів необхідно задати додаткові умови, представлені нижче:

– єдність часу, тобто пересадкою є перехід пасажирів з одного маршруту на інший за відносно малий проміжок часу (менше години);

– єдність простору має на увазі, що пересадка виконується між пунктами зупинок, які обслуговують суміжні або частково дублюють один одного маршрути;

– єдність напрямку – розглядаються піковий період функціонування громадського пасажирського транспорту, під час якого виконуються, як правило, трудові пересування, що обумовлює значну нерівномірність величин пасажиропотоків за напрямками руху. Внаслідок цього виконується припущення, що різке зменшення пасажиропотоку на q -му перегоні k -го маршруту призводить до значного збільшення пасажиропотоку на f -му перегоні $k + 1$ маршруту.

Для фіксації факту виконання пересадки введемо індикатор події:

$$I_{\Pi}(T_{p_i \rightarrow p_{i+1}}) = \begin{cases} 1, & T_{p_i \rightarrow p_{i+1}} > 0, \\ 0, & T_{p_i \rightarrow p_{i+1}} = 0, \end{cases} \quad (2.36)$$

де $I_{\Pi}(T_{p_i \rightarrow p_{i+1}})$ – індикаторна функція виконання переходу пасажиропотоку F^* з одного маршруту на інший;

$T_{p_i \rightarrow p_{i+1}}$ – величина пасажиропотоку, що виконує перехід з i -го на $i + 1$ маршрут, пас./год.

Вираз (2.36) при здійсненні пересадки на m -му ЗП матиме модифікований вид, що пов'язано з фізичними процесами формування величин D_m и A_m . Для простоти відображення даного процесу позначимо індексами m і n пункти зупинки двох різних маршрутів. В результаті отримуємо, що:

$$D_m = T_{n \rightarrow m} + D'_m, \quad (2.37)$$

де $T_{n \rightarrow m}$ – кількість пасажирів, які, прибувши на n -й ЗП $k + 1$ маршруту, виконали пересадку на m -у зупинку k -го маршруту, пас.;

D'_m – кількість пасажирів, які починають своє пересування на m -у ЗП i -го маршруту, пас.

Очевидно, що в точках пересадки між пасажирообміном взаємодіючих маршрутів існує взаємозв'язок, який аналітично обґрунтовується наступними виразами:

$$A_n = T_{n \rightarrow m} + A'_n, \quad (2.38)$$

$$A_m = T_{m \rightarrow n} + A'_m, \quad (2.39)$$

$$D_n = T_{m \rightarrow n} + D'_n, \quad (2.40)$$

де A'_n – кількість пасажирів, які закінчують своє пересування пішки, вийшовши на n -м ЗП $k + 1$ маршруту, пас.;

$T_{m \rightarrow n}$ – кількість пасажирів, які, прибувши на m -й ЗП i -го маршруту, виконали пересадку на n -у зупинку $k + 1$ маршруту, пас.;

A'_m – кількість пасажирів, які закінчують своє пересування пішки, вийшовши на m -му ЗП k -го маршруту, пас.;

D'_n – кількість пасажирів, які починають своє пересування на n -му ЗП $k+1$ маршрута, пас.

Потік пасажирів підходять до ЗП є найпростішим, тобто Пуассонівським, так як час підходу окремо взятого пасажирів не залежить від часу підходу інших пасажирів [83].

Описані вище властивості Пуассонівського потоку досить добре адаптуються до потоку пасажирів, що підходять до ЗП. Таким чином, ймовірність підходу на ЗП d -ї кількості пасажирів буде:

$$P_d = \frac{a^d}{d!} \cdot e^{-a}, \quad (2.41)$$

де a – параметр розподілу (відповідає математичному очікуванню і дисперсії), пас.;

d – кількість пасажирів, що підійшли на ЗП за період t , пас.

Тривалість розрахункового періоду може бути різною: від однієї години до всього періоду «пик». На першому етапі побудови математичної моделі приймемо за розрахунковий період одну годину. Таким чином, за розрахунковий період кількість пасажирів, які підходять на m -й ЗП k_m . Отже, для маршруту можна визначити деяку середню величину інтенсивності підходу пасажирів до пунктів зупинок:

$$\overline{d}_i = \frac{\sum_{m=1}^{s_i-1} d_m}{s_i}, \quad (2.42)$$

де $\overline{d}_i$ – середня інтенсивність підходу пасажирів на пункти зупинки в одному з напрямків k -го маршруту, пас./год.;

s_i – кількість ЗП k -го маршруту, од.

Для визначення точок пересадки на маршрутній мережі міста зробимо припущення, що можливо виконання пересування без пересадки. Тобто

висунемо гіпотезу про те, що з імовірністю $P = 0,95$ все пересування на даному маршруті будуть виконуватися без пересадок і кількість пасажирів, що підійшли на кожен ЗП буде менше або дорівнює деякому значенню d_P . Тоді з урахуванням (2.33) висунуту гіпотезу можна записати як:

$$\sum_{d=0}^{d_P} P_d \cong P = 0,95. \quad (2.43)$$

Отже, висунута гіпотеза буде спростована (пересадка відбудеться), якщо $d_i > d_P$, що можливо з імовірністю $1 - P = 0,05$.

На основі властивості закону Пуассона перетворюватися в нормальний закон при $d > 10$, як зазначалося раніше, можна зробити перехід до щільності ймовірності нормального закону. Значить в цьому випадку ймовірність підходу на ЗП d -ї кількості пасажирів буде визначатися за нормальним законом з параметрами $(\bar{d}; \sqrt{\bar{d}})$. Так ймовірність, що за розрахунковий період на ЗП підійде d пасажирів (більше 10) буде визначатися:

$$f(d) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \bar{d}}} \cdot \int_1^d e^{-\frac{(d-\bar{d})^2}{2 \cdot \bar{d}}} . \quad (2.44)$$

Задається рівень довірчої ймовірності ($P = 0,95$), що було графічно представлено на рис. 2.1. Таким чином, можна зробити загальний вигляд довірчого інтервалу для математичного очікування $\bar{d}$: $(\bar{d} - x_\alpha \cdot \sqrt{\bar{d}}; \bar{d} + x_\alpha \cdot \sqrt{\bar{d}})$. Квантиль ймовірності x_α згідно [84] при обраному рівні довірчої ймовірності дорівнює 1,64. З огляду на це кінцевий вигляд довірчого інтервалу буде наступним: $(\bar{d} - 1,64 \cdot \sqrt{\bar{d}}; \bar{d} + 1,64 \cdot \sqrt{\bar{d}})$. Отже, розглянута гіпотеза буде спростована, якщо виконається умова $d_i > \bar{d} + 1,64 \cdot \sqrt{\bar{d}}$.

При цьому ймовірність настання даної події буде дорівнює

$$P(d_i > \bar{d} + 1,64 \cdot \sqrt{\bar{d}}) = \frac{1-\alpha}{2} = 0,025. \quad (2.45)$$

Незважаючи на те, що ймовірність настання даної події відносно мала, в деяких випадках цього буде достатньо для індикації процесу пересадки. Описаний вище підхід буде застосований для точок перетину магістралей, тобто при наявності $C = R_i \cap R_{i+1} = \{\phi\}$. На рис. 2.3 наведені орієнтовні значення правої межі довірчого інтервалу, перевищення якої буде індикатором події виконання пересадки.

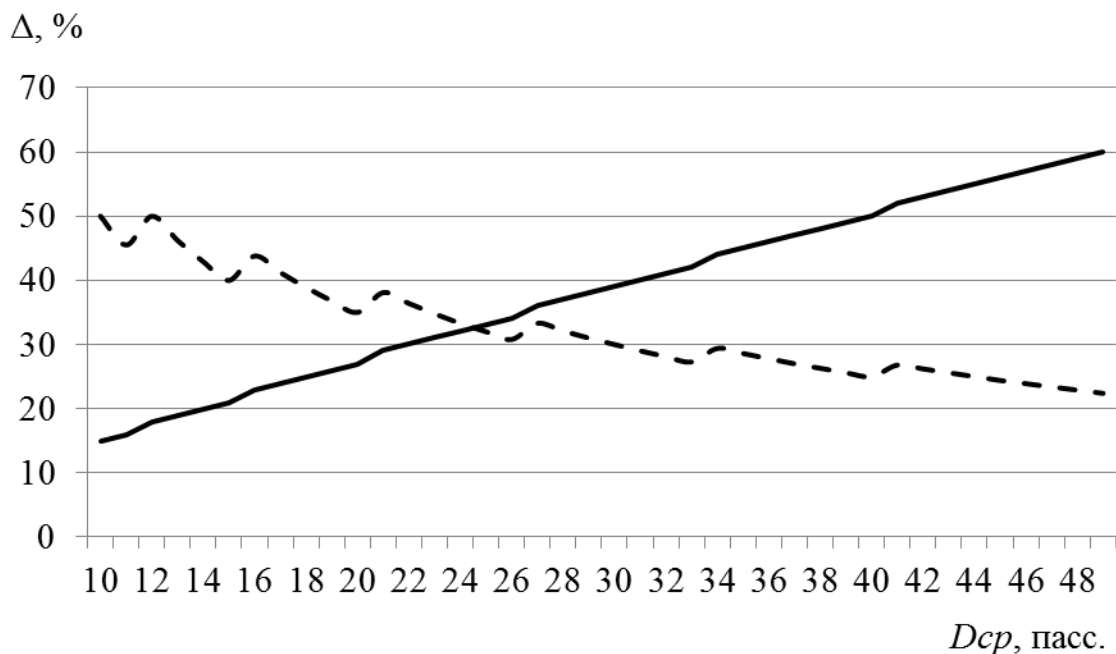


Рисунок 2.3 – Графік зміни правої межі критичної області

Аналізуючи дані, представлені на рис. 2.3, можна зробити висновок, що збільшення середнього значення місткості по відправленню (в одному напрямку) призводить до зниження відсотка збільшення критичної межі. Таким чином, очевидно, що при заданому рівні довірчої ймовірності зі збільшенням середньої кількості відправлень пасажирів з ЗП зростає ймовірність прийняття хибного рішення про виконання пересадки. Одними з ключових чинників в

цьому випадку будуть кількість ЗП і їх місткостей по відправленню. Імовірність критичного рівня визначається по (2.37), але рівень довірчої ймовірності α поки що невідомий, так як його значення буде визначати наявність помилки в фіксації процесу пересадки пасажирів.

На рис. 2.3 суцільною лінією представлено критичну область, в свою чергу пунктирною лінією наведено значення дельти до критичної області.

Відповідно до теорії ймовірностей середнє число випробувань до першого помилкового висновку буде визначатися:

$$n_{\text{вип.}} = \frac{1}{\varepsilon}, \quad (2.46)$$

де ε – рівень помилки, $\varepsilon = \frac{1-\alpha}{2}$.

Слід зазначити, що середня кількість випробувань до помилкового висновку буде відповідати математичного очікування і середньоквадратичного відхилення, а самі «випробування» фактично є номерами зупиночних пунктів. В цьому випадку необхідно визначити такий рівень помилки, при якому буде виконуватися умова:

$$(1-\varepsilon)^{n_{\text{вип.}}} \geq 1-\delta, \quad (2.47)$$

де δ – ймовірність помилки у висновку про пересадку на хоча б одному ЗП.

Виходячи з цього, ймовірність відсутності помилки при аналізі всіх ЗП буде визначатися:

$$(1-\varepsilon)^{n_{\text{вип.}}} = 1-\delta. \quad (2.48)$$

Виконавши елементарні перетворення, отримуємо:

$$\varepsilon = 1 - \sqrt[n_{\text{вип.}}]{1-\delta} = 1 - (1-\delta)^{\frac{1}{n_{\text{вип.}}}}. \quad (2.49)$$

Якщо брати до уваги умова, δ має бути гранично малим числом ($\delta \rightarrow 0$), що гарантуватиме високу точність висновків про виконання пересадки отримаємо з (2.43)

$$\varepsilon = 1 - (1 - \delta)^{\frac{1}{n_{\text{вип.}}}} \cong \frac{\delta}{n_{\text{вип.}}} . \quad (2.50)$$

Дана еквівалентність отримана виходячи з 2-ї чудової межі:

$$(1 + x)^m - 1 \approx m \cdot x \text{ при } x \rightarrow 0 . \quad (2.51)$$

На основі отриманого значення ε виконується розрахунок необхідної квантиля ймовірності за таблицями Лапласа (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Значення функції Лапласа

Довірча ймовірність повного інтервалу розподілу, %	99,99	99,90	99,00	97,72	95,00	90,00	84,13	50,00
Довірча ймовірність половини інтервалу розподілу, %	49,995	49,95	49,5	48,86	47,5	45	42,065	25
Квантиль	3,715	3,09	2,326	1,96	1,645	1,282	1	0

Якщо розрахункове значення довірчої ймовірності точно не збігається з табличним, виникає необхідність використання більш докладної таблиці значень функції Лапласа або ж виконання розрахунку за принципом лінійної інтерполяції (2.52)

$$x_{\alpha} = x_{\alpha \min} + \frac{(x_{\alpha \max} - x_{\alpha \min}) \cdot (P - P_{\min})}{P_{\max} - P_{\min}} , \quad (2.52)$$

де $P_{\max}$, $P_{\min}$ – відповідно, ліва і права межа інтервалу, в який потрапляє значення розрахункової довірчої ймовірності;

P – розрахункове значення довірчої ймовірності;

$x_{\alpha \max}$, $x_{\alpha \min}$ – значення квантилів ймовірності, які відповідають лівій і правій границі інтервалу довірчої ймовірності.

Отримане значення квантиля ймовірності необхідно використовувати для визначення правої межі величини пасажирообміну, для перевірки гіпотези про відсутність пересадок між маршрутами МПТ.

2.4 Розробка методу формування матриці мережових кореспонденцій

Матриця мережових кореспонденцій формується на основі результатів імітаційного моделювання маршрутних матриць. Однак, при наявності високого значення коефіцієнта пересадковості необхідно виконати перерахунок величини мережевої кореспонденції:

$$h_{ij} = \frac{\sum_{p=1}^s \sum_{l=1}^w h_{pl}}{k_n}, \quad (2.53)$$

де s – кількість ЗП, які належать ТР i ;

w – кількість ЗП, які належать ТР j .

Формування мережевої матриці передбачає виконання моделювання транспортних районів, пересування між якими буде відображатися в матриці. Таким чином, необхідно виконувати формування ТР для об'єктів експериментальних досліджень. При цьому виникає необхідність формалізації трас маршрутів, так як вони безпосередньо будуть визначати характер мікрорайонування території міста. Згідно [85] топологію ММ можна описати ЗП за умови, що положення кожного ЗП буде характеризуватися координатами (X ; Y). В цьому випадку ММ аналітично буде:

$$\Phi = \{\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots, \varphi_d\}, \quad (2.54)$$

де Φ – впорядкована множина ЗП всього населеного пункту;

φ – зупиночний пункт;

d – кількість ЗП в маршрутній мережі, од.

У цьому випадку сам ТР буде складатися з певної кількості ЗП, тобто:

$$\Omega = \{\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots, \varphi_q\}, \quad (2.55)$$

де Ω – безліч, що характеризує ТР;

q – кількість ЗП, які входять в ТР, од.

Відповідно, на основі (2.54) і (2.55) буде виконуватися така умова:

$$Z = \bigcup_{i=1}^r \Omega_i, \quad (2.56)$$

де r – кількість ТР в моделі ММ, од.

При цьому згідно з [61] при формуванні ТР на основі ЗП необхідно дотримуватися наступних вимог:

– в ТР включаються ЗП, які є суміжними (знаходяться на одній трасі маршруту);

– включення в ТР ЗП не повинно призводити до збільшення кількості маршрутів, які проходять через даний ТР. Тобто має виконуватися умова по компактності і цілісності ТР.

В рамках питання локалізації місць пересадок на маршрутній мережі виникає необхідність визначення коефіцієнта пересадковості. У загальному вигляді цей показник визначається за формулою (2.57) і оцінює середню кількість виконуваних поїздок при реалізації одного пересування:

$$k_n = \frac{\sum_{k=1}^M Q_k}{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r h_{ij}}, \quad (2.57)$$

де Q_k – кількість поїздок, скоєних на k -му маршруті за розрахунковий період, пас.;

r – кількість ТР в моделі ММ міста, од.

В умовах проведення вибіркового обстеження виникає необхідність модифікації вираження (2.57), що пояснюється відсутністю повної інформації про кількість поїздок і величиною кореспонденцій.

Так, кількість поїздок на i -му маршруті за розрахунковий період дорівнюватиме:

$$Q_k = Q'_k \cdot \frac{A_{mk}}{a_{mk}}, \quad (2.58)$$

де Q'_k – кількість поїздок, яке зафіксоване на k -му маршруті під час проведення обстеження, пас.;

A_{mk} – кількість рейсів, яке відбувається на k -му маршруті за розрахунковий період, од.;

a_{mk} – кількість рейсів, які були обстежені за розрахунковий період, од.

У свою чергу величини мережевих кореспонденцій можна отримати лише на основі даних про маршрутних кореспонденціях. При цьому, слід брати до уваги, що сума маршрутних кореспонденцій завжди буде більше суми мережевих кореспонденцій, так як виконуються пересадки. Збільшення міста призводить, як правило, до збільшення значення коефіцієнта пересадковості. Однак, розробляючи ММ і плануючи її роботу, першочерговою інформацією є саме ММК. Тобто дана інформація є первинною, так як відображає попит на пересування в просторово-часовому аспекті і коректне її використання при побудові ММ МПТ повинно мінімізувати значення коефіцієнта пересадковості. В кінцевому підсумку це призведе до скорочення часу пересування і підвищенню якості транспортного обслуговування населення. Питання визначення матриці мережевих пересувань буде представлений в наступному підрозділі даного розділу. Однак, на основі формули (2.58) вираз (2.57) приймає вид:

$$k_n = \frac{\sum_{k=1}^M Q'_k \cdot \frac{A_{mk}}{a_{mk}}}{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r h_{ij}}. \quad (2.59)$$

У разі, якщо значення $k_n \approx 1$, їм можна знехтувати і формувати ММК тільки на основі результатів імітаційного моделювання маршрутних матриць.

Висновки по другому розділу

1. Використання статистичних оцінок величин кореспонденцій дозволяє побудувати інтервал довірчої ймовірності достовірності даних, що є основою для визначення рівня помилки вибіркового обстеження табличним методом на маршрутній мережі.

2. Теоретично обґрунтовано, що інтенсивність підходу пасажирів на пункти зупинки описуються законом Пуассона з його подальшої трансформацією в нормальний за умови $\lambda > 10$. Це служить основою для визначення квантилів ймовірності виходячи з значень функції Лапласа при побудові довірчих інтервалів.

3. Розроблені моделі маршрутних кореспонденцій базуються на даних про пасажирообмін зупиночних пунктів за рейс, що дозволяє використовувати табличний метод обстеження для отримання вихідної інформації для моделювання. При цьому знаючи закономірність підходу пасажирів на зупиночні пункти і чисельні значення параметрів закону розподілу, можна виконати моделювання маршрутних матриць кореспонденцій для тих рейсів, які не були охоплені вибіркоvim обстеженням.

4. Розроблений метод локалізації місць пересадок на маршрутній мережі базується на аналізі амплітуди коливання пасажирообміну зупиночних пунктів і наявності дублювання або перетинів між трасами маршрутів. В основу методу покладена гіпотеза про істотність коливань пасажирообміну і виконанні

пересадки за умови перевищення пасажирообміну зупиночного пункту деякого критичного значення, знайденого на основі рівня довірчої ймовірності і відповідного їй квантиля розподілу.

5. Отримання матриці мережевих кореспонденцій можна виконати методом агрегування маршрутних матриць кореспонденцій з урахуванням коефіцієнта пересадковості на мережі. При цьому в разі наближення його значення до одиниці даним параметром можна знехтувати через практично малий його вплив на характер формування мережевої матриці кореспонденцій.

Матеріали по даному розділу представлені в наукових роботах [1, 3, 4, 7, 8, 10].

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПОПИТУ НА ПОСЛУГИ ПАСАЖИРСЬКОГО МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТУ В СЕРЕДНІХ МІСТАХ

3.1 Характеристика об'єктів проведення експериментальних досліджень

У якості об'єктів проведення експериментальних досліджень обрані міста Охтирка (Сумська область) і Олександрія (Кіровоградська область). Це пояснюється реальною можливістю проведення обстежень на ММ даних міст з повним сприянням органів місцевого самоврядування та транспортних відділів зокрема. Кожне з обраних міст подає відповідну категорію – середні міста. При цьому є типовими за структурою і функціональної приналежності в загальній сукупності міст обраних груп. Характеристика р. Охтирка і м. Олександрія представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика транспортного пропозиції м. Олександрія та м Охтирка

Параметр	Значення параметрів	
	м. Олександрія	м. Охтирка
Площа міста, км ²	55	31,86
Чисельність населення, люд.	82 678	52 346
Щільність населення, люд./км ²	1503	1550
Вид міського пасажирського транспорту	автобус	автобус
Кількість маршрутів в мережі, од.	10	32
Загальна кількість транспортних засобів, що працюють на маршрутах, од.	25	37
Місткість використовуваного рухомого складу, пас.	24, 45	20, 25

Для планування натурних експериментів на маршрутній мережі необхідно володіти найбільш повною інформацією про маршрути обраних міст. В табл. 3.2–3.3 представлені основні параметри маршрутів м. Охтирка і м. Олександрія.

Таблиця 3.2 – Характеристика автобусних маршрутів м. Охтирка

№ з/п	№ маршруту	Траса маршруту	Кількість транспортних засобів, од.	Довжина, км	Час рейсу, хв
1	2	3	4	5	6
режим маршрутного таксі					
1	1	Дачний – Залізничний вокзал (вул. Червоноармійська – вул. Київська)	3	9,75	25
2	1a	Дачний – Залізничний вокзал (вул. Київська – вул. Червоноармійська)	1	9,75	25
3	2	Дачний – Центр (вул. Червоноармійська – вул. Київська)	1	4,7	15
4	2a	Дачний – Центр (вул. Київська – вул. Червоноармійська)	1	4,7	15
5	4	ТЕЦ – Кардашівка (до меж міста)	1	8,6	25
6	4a	ТЕЦ – Кардашівка (до меж міста з заїздом на кладовище в святкові дні)	1	8,6	25
7	5	вул. Чапаєва – Дачний (вул. Червоноармійська – вул. Київська)	2	9,8	25

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
8	5a	вул. Чапаєва – Дачний (вул. Київська – вул. Червоноармійська)	1	9,8	25
9	7	Сиркомбінат – Центр – Залізничний вокзал	1	9,9	25
10	8	Парк Шевченко – Центр	3	10	30
11	8a	Парк Шевченко – Центр (до меж міста з заїздом на кладовище в святкові дні)	1	8	15
12	9	Підлозіївка – Центр – Кардашівка (до меж міста)	1	8	15
13	10	АТЗТ «Заря» – Залізничний вокзал	1	10	28
14	11	АТЗТ «Заря» – Дачний	1	11,5	25
15	11a	Велике озеро – АТЗТ «Заря» – Дачний	1	11	30
16	11б	Велике озеро – Центр – вул. Фрунзе	1	14	25
17	13	Монумент – М'ясокомбінат	1	13	25
18	14	вул. Пугачова – Центр	1	9,1	25
19	15	Центр – вул. Менжинського	1	5,6	12
20	16	Дачний – Залізничний вокзал (по вул. Шевченко)	1	6,5	15
21	17	вул. Міргородська – вул. Фрунзе – Кардашівка (до меж міста)	1	9,4	25
22	18	Дачний – Кардашівка (до меж міста)	1	12,5	30

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
23	20	Дачний – Речний ринок	1	8,7	25
24	22	Дачний – Парк Шевченко	1	7,6	25
25	23	Дачний – Речний ринок	1	12	25
26	24	пров. Кіріковський – Дачний	1	7,6	25
27	25	Монумент – Кардашівка	1	9,55	25
звичайний режим руху					
28	3а	пров. Кіріковський – вул. Революції	1	9	30
29	4	ТЕЦ – Кардашівка	1	8,6	35
30	6	вул. Фрунзе – вул. Леніна (коловий)	1	15,7	55
31	6а	Дачний – АТЗТ «Зоря»	1	7	25
32	6б	Дачний – вул. Фрунзе	1	13	25

Таблиця 3.3 – Характеристика автобусних маршрутів м. Олександрія

№ з/п	№ маршруту	Траса маршруту	Кількість транспортних засобів, од.	Кількість рейсів, од.	Довжина, км
1	2	3	4	5	6
1	5	Південний мкр. – 8 школа – Ю. Карлюка	1	17	6,38
2	7	вул. Чапаєва – Н. Пилиповка	2	11	7,27
3	9	вул. Щарбака – просп. Леніна – зал. вокзал – сан. Горняк	3	9	8,41
4	11	Зал. вокзал – 14 мкрн.	2	4	4,71
5	15	Мкрн. Південний – просп. Леніна – Зал. вокзал	3	10	6,02
6	16	Пролісок – Звенигородка	4	12	11,5

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6
7	18	Пролісок – Мартоіванівка	2	8	10,89
8	22	Зал. вокзал – ОЦЕС-1	4	10	13,31
9	81	Зал. вокзал – Автовокзал – сел. Димитрово	2	8	20,4
10	85	Олександрія – сел. Пантаївка	2	4	20,82
Усього			25	93	109,71

Представлені характеристики маршрутів є основою для побудови фізичних моделей ММ представлених міст в *PTV Visum*. Доповнивши дані моделі, моделями попиту планується побудова і проведення експериментів з дослідження процесів транспортного обслуговування населення обраних міст.

3.2 Моделювання транспортної пропозиції в містах

В рамках роботи процедура побудови моделей маршрутних мереж обраних міст буде виконуватися в програмному продукті *PTV Visum*. Безпосередньо модель ММ розбивається на дві компоненти: модель транспортного попиту і модель мережі (транспортної пропозиції). Перша компонента характеризує попит населення на послуги МПТ за певний період часу. Друга компонента описує наступні атрибути: просторову організацію вулично-дорожньої мережі по території міста, розміщення ЗП, трасування маршрутів різних видів громадського транспорту з деталізацією по режимам руху.

Визначення попиту в рамках роботи реалізується на основі даних натурних обстежень на ММ обраних міст. Дане питання буде описаний в підрозділі 3.3.

Для побудови моделі транспортного пропозиції необхідно виконати перехід від агрегованого її опису до деталізованого. При такому підході слід акцентувати увагу на необхідності детального опису всіх елементів моделі, а саме: транспортних вузлів, відрізків, систем транспорту, дозволів на напрямки руху транспорту на перехрестях, ЗП, трасування маршрутів, розкладів руху маршрутного транспорту, ТР міста і примикань від ТР до пунктів зупинок.

Транспортні райони в моделі характеризують стан місць тяжіння на транспортній мережі (житлові масиви, виробничі об'єднання, навчальні заклади і т.д.). Фактично вони є вихідними пунктами і цілями пересування. Зв'язок ТР з транспортною мережею здійснюється через примикання, які в кожній окремій моделі транспортної системи описують процес початкового і кінцевого пішохідного підходу між центрами ТР і вузлами, на яких розміщуються ЗП. Процес взаємодії попиту на пересування з громадським транспортом відбувається на ЗП, які в моделі представляються «зупинками», «зонами зупинок» або «пунктами зупинок». Найпростіших за своєю функціональною особливості і компонуванні є «пункт зупинки», які моделюється на транспортному вузлі або на відрізку. «Зона зупинки» може охоплювати кілька «пунктів зупинки» і в моделі являти собою такий елемент транспортної мережі як автобусну або залізничну платформу, перехрестя з деякою кількістю пунктів зупинки. Базовими елементами моделі є вузли і відрізки, які, відповідно, відображають просторове положення перехресть, з'єднаних між собою ділянками вулично-дорожньої мережі. Трасування маршрутів в моделі виконується шляхом вказівки варіанта проходження маршруту, який послідовно обслуговує певний перелік ЗП в прямому і зворотному напрямках. По кожному маршруту вводиться розклад виходячи з інтервалу руху маршрутних транспортних засобів. Процес створення маршрутної мережі МПТ починається з визначення систем транспорту, які функціонують в містах, що розглядаються. Основним показником, що характеризує системи транспорту є експлуатаційна швидкість. Даний показник визначається на основі даних паспортів маршрутів, а саме: довжини оборотного рейсу та часу оборту. Після цього на основі усіх маршрутів певного режиму руху розраховується середнє значення експлуатаційної швидкості.

Результати побудови моделей транспортного пропозиції для м. Охтирка і м. Олександрія представлені на рис. 3.1–3.3, а їх характеристики – в табл. 3.4.

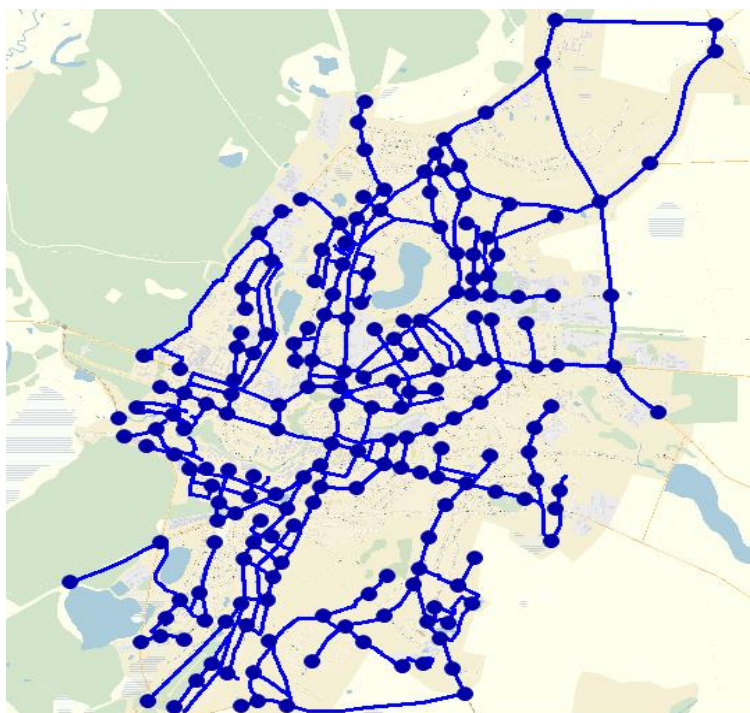


Рисунок 3.1 – Модель транспортної мережі м Охтирка

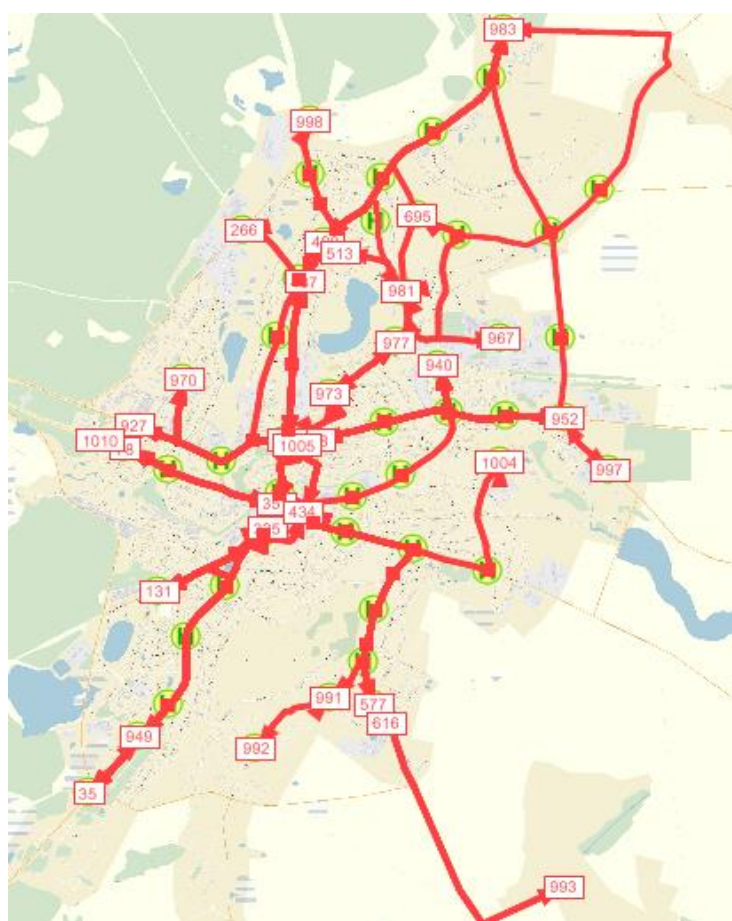


Рисунок 3.2 – Схема маршрутної мережі м Охтирка

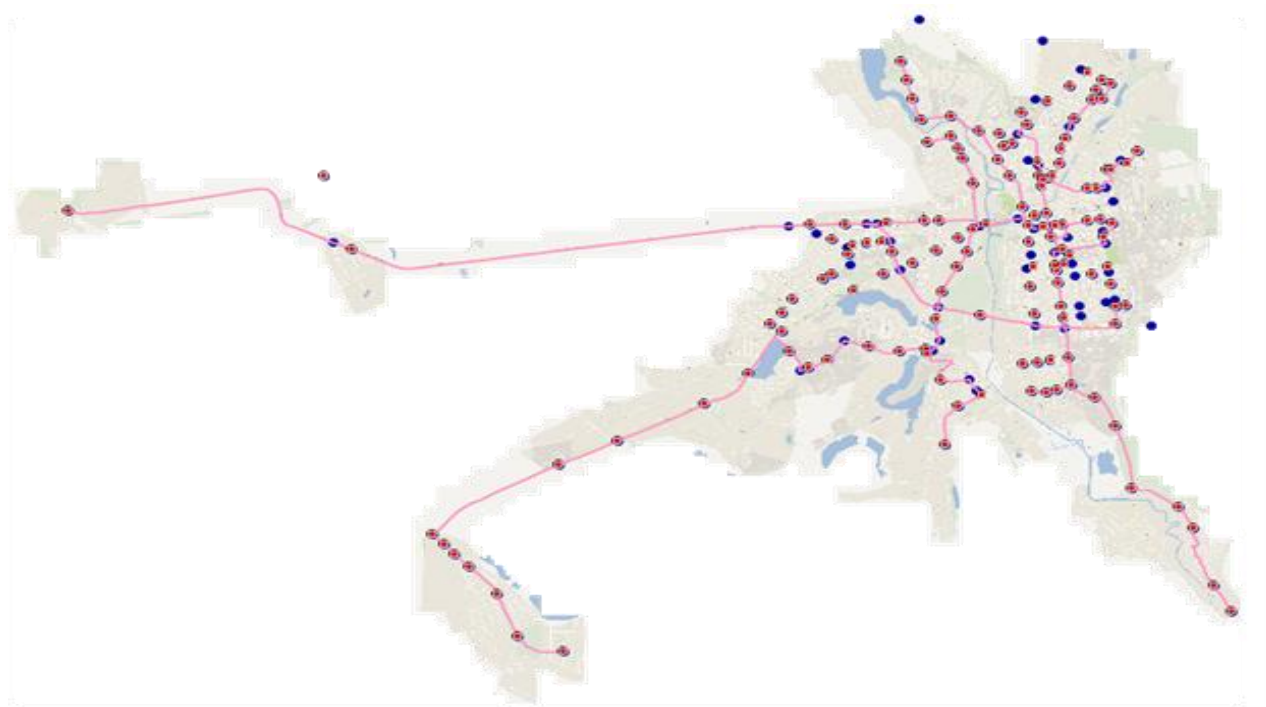


Рисунок 3.3 – Схема автобусної маршрутної мережі м. Олександрія

Таблиця 3.4 – Характеристика моделей маршрутних мереж обраних об'єктів

Назва параметра	Об'єкт моделювання	
	м. Олександрія	м. Охтирка
Вузол, од.	214	137
Відрізок, од.	482	328
Пункт зупинки, од.	142	109
Примикання, од.	280	147
Транспортний район, од.	26	30

3.3 Табличне обстеження пасажиропотоків на маршрутах

Згідно з теоретичними дослідженнями другого розділу, отримання матриць маршрутних кореспонденцій базується на проведенні вибіркового обстеження на ММ табличним методом. Метою даного обстеження є збір даних про місткості ЗП по рейсам. При цьому обстеження має охоплювати всі маршрути в мережі за відносно короткий проміжок часу (період обстеження). В якості одиниці спостереження виступає кількість увійшли і вийшли пасажирів з маршрутного транспортного засобу на ЗП. В результаті вимірів обліковець отримує дані про пасажирообмін за виконаний рейс. Використовуючи математичну модель (2.24), виконується розрахунок пасажиропотоків за напрямками.

Табличний метод обстеження пасажиропотоків на маршрутах, при якому обліковець знаходиться в салоні транспортного засобу, в рамках поставленої мети дослідження є більш прийнятним для реалізації, ніж варіант цього ж методу, при якому обліковці знаходяться на ЗП уздовж траси маршрутів. По-перше, це дозволяє максимально скоротити кількість задіяних обліковців. По-друге, спрощує процедуру обробки отриманих даних. По-третє, запропонований спосіб проведення табличного обстеження дозволяє попередньо підготовленим обліковцям не тільки визначити місткості ЗП, а й охарактеризувати умови функціонування маршруту: тривалість простою на проміжних і кінцевих ЗП, наявність відмов у посадці, рівень концентрації пільгового і платного контингенту по трасі маршруту.

У табл. 3.5 і 3.6 представлені дані про кількість обстежених рейсів на маршрутних мережах м. Охтирка (листопад 2014 роки) і м. Олександрія (березень 2013 року). Приклад результатів фіксації пасажирообміну на маршрутах м. Охтирка та Олександрія представлені в табл. 3.7 і 3.8.

Таблиця 3.5 – Кількість рейсів вибірових обстежень на маршрутних мережах м. Охтирка

Номер маршруту	Кількість обстежених рейсів, од.	
	прямий напрямок	зворотній напрямок
1	3	3
1А	2	2
2	3	3
2А	2	2
3А	6	6
4	6	6
5	4	4
5А	2	2
6	5	5
7	4	4
8	5	5
9	5	5
10	4	4
11А	3	3
11	3	3
13	2	2
14	3	3
15	2	2
16	4	4
17	6	6
18	4	4
20	2	2

Продовження табл. 3.5

1	2	3
22	4	4
23	3	3
24	2	2
25	3	3
Всього	92	92

Таблиця 3.6 – Кількість рейсів вибірових обстежень на маршрутній мережі м. Олександрія

Номер маршруту	Кількість обстежених рейсів, од.	
	прямий напрямок	зворотній напрямок
5	2	2
7	1	1
9	2	2
11	2	2
15	1	1
16	1	1
18	2	2
22	2	2
81	2	2
Всього	15	15

Таблиця 3.7 – Результати фіксації пасажирообмена на маршруті № 1 в прямому напрямку м Охтирка (перший рейс)

№ зупинки	Час виконання зупинки, год:хв:сс	Кількість увійшли пасажирів, осіб		Кількість пасажирів, що вийшли, осіб
		платні	пільгові	
Обстежується напрямок: Дачний				
1	7:00:00	4	1	-
2	7:00:33	1	-	-
3	7:01:47	1	-	-
4	7:03:42	1	-	-
5	7:04:47	-	-	2
6	7:05:28	1	-	-
7	7:06:40	-	-	-
8	7:08:43	-	-	1
9	7:10:00	4	-	1
10	7:17:44	-	-	1
11	7:21:30	2	-	2
12	7:22:13	-	-	1
13	7:23:22	-	-	1
14	7:24:20	-	-	2
15	7:25:12	1	-	-
16	7:26:20	1	-	3
17	7:27:27	8	-	2
18	7:29:15	1	-	-
19	7:31:26	-	-	3

Таблиця 3.8 – Результати фіксації пасажирообміну на маршруті №11 м. Олександрія

Номер зупинки	Назва зупинки	Кількість пасажирів, осіб		
		вийшло		вийшло
		платних	пільгових	
1	Зал. вокзал	3	1	-
2	вул. Держинського	-	-	-
3	Поліклініка	-	-	-
4	вул. Семашка	2	8	-
5	Водоканал	-	-	-
6	Главпочтамт	4	14	1
7	Пл. Кошевого	1	1	-
8	6-а школа	-	-	4
9	вул. Щорса	-	-	2
10	Магазин	-	-	13
11	вул. Тургенєва	2	-	3
12	Поворот 1	-	-	3
13	вул. Войновська	-	-	10
Всього		12	24	36

Відмітна особливість обстеження в м. Охтирка полягає у виконанні зупинок транспортними засобами по вимогам пасажирів. У цьому випадку можливе значне відхилення від місця розташування тарифної зупинки, що ускладнює роботу обліковця.

У зв'язку з цим в рамках розробленої методики пропонується фіксувати не назви ЗП (так як його може і не бути), а час виконання зупинки.

Для цього фіксується час початку рейсу і, відповідно, момент виконання кожної наступної зупинки. Знаючи довжину маршруту і середню швидкість руху транспортного засобу, можна визначити місця виконання зупинок на маршрутній мережі міста.

Отримані дані пасажирообміну служать основою для визначення рейсових пасажиропотоків на перегонах, які дозволяють визначити коливання попиту по годинах доби, попередньо сформувати інформацію про найбільш завантажені ділянки ММ і локалізувати місця пересадок згідно розробленими моделями другого розділу. Для розрахунку рейсових потоків використовується (2.32). На рис. 3.4–3.7 представлені приклади результатів побудови епюр для м. Охтирка і м. Олександрія.

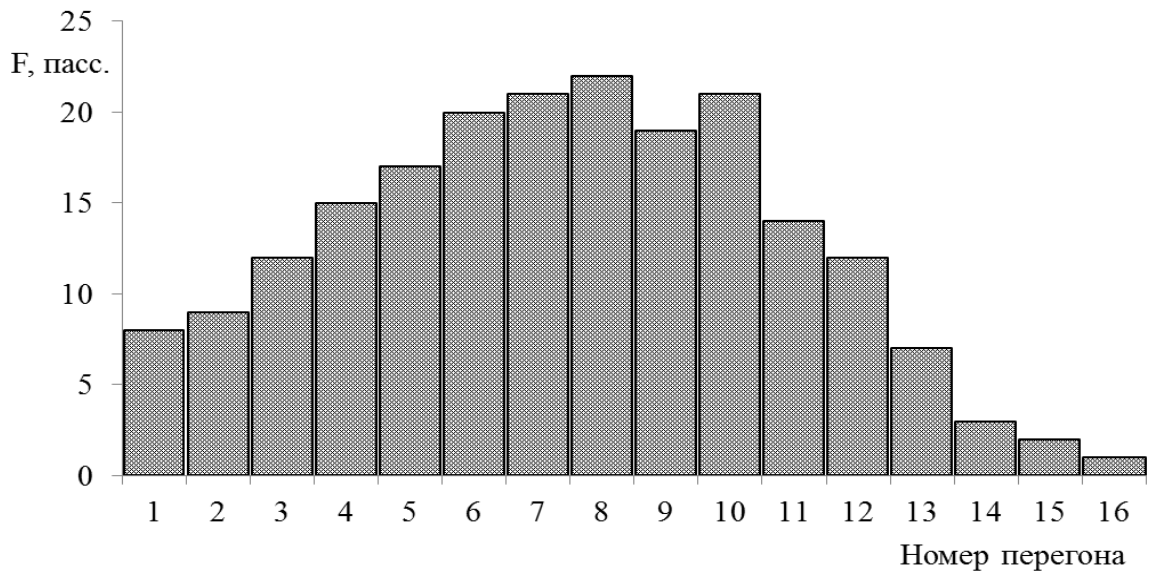


Рисунок 3.4 – Пасажиропотік на маршруті №11А рейс 7:30 в м. Охтирка

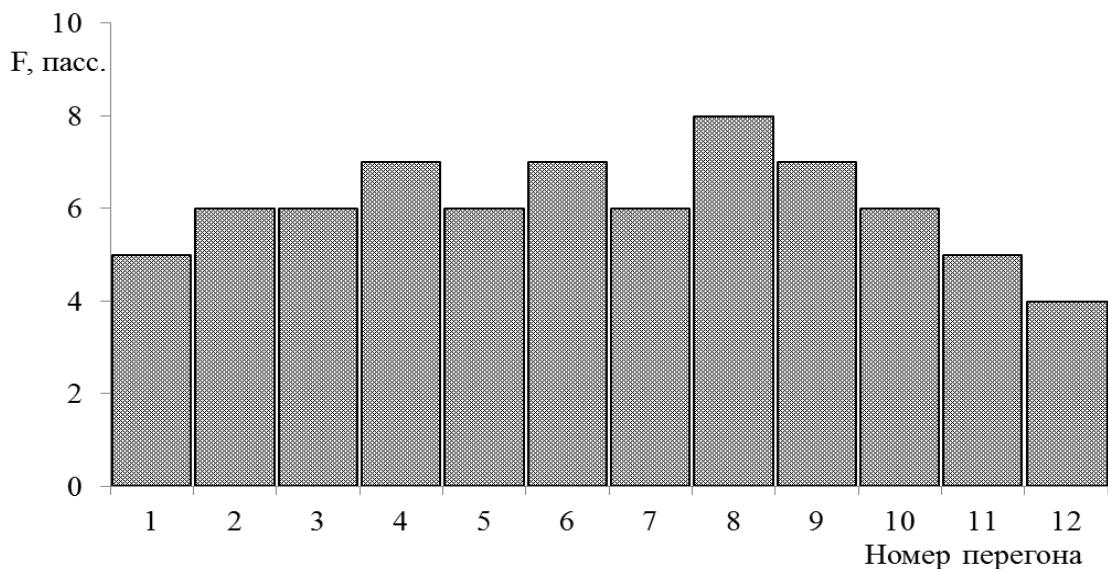


Рисунок 3.5 – Пасажиропотік на маршруті №11А рейс 8:40 в м. Охтирка

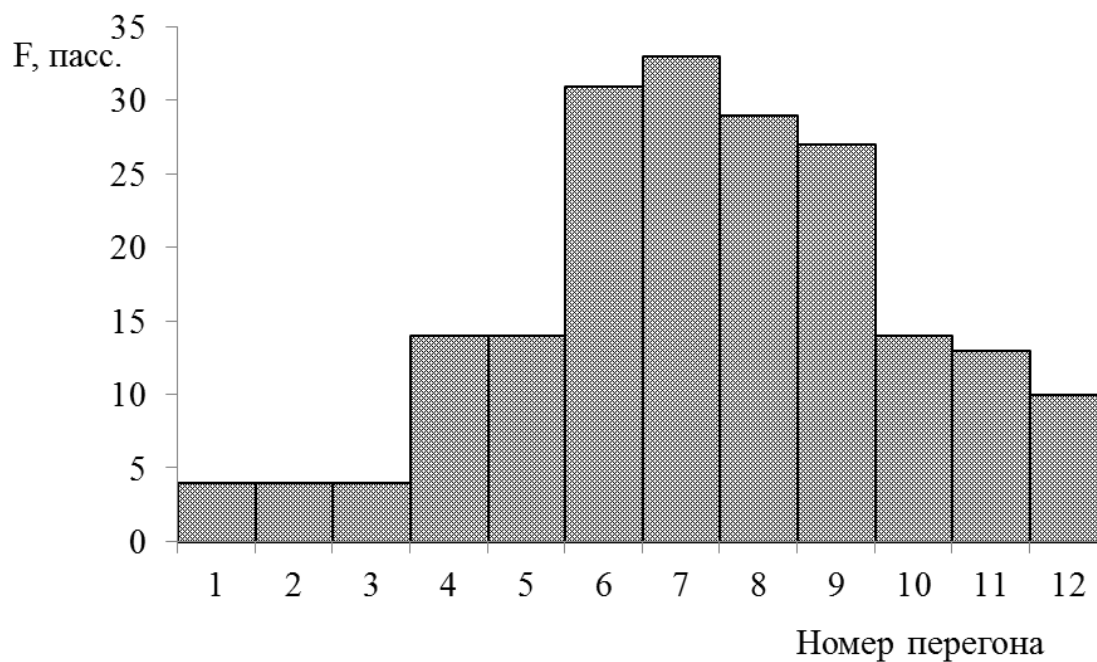


Рисунок 3.6 – Пасажиропотік на маршруті №11 в прямому напрямку
рейс 15:00 в м. Олександрія

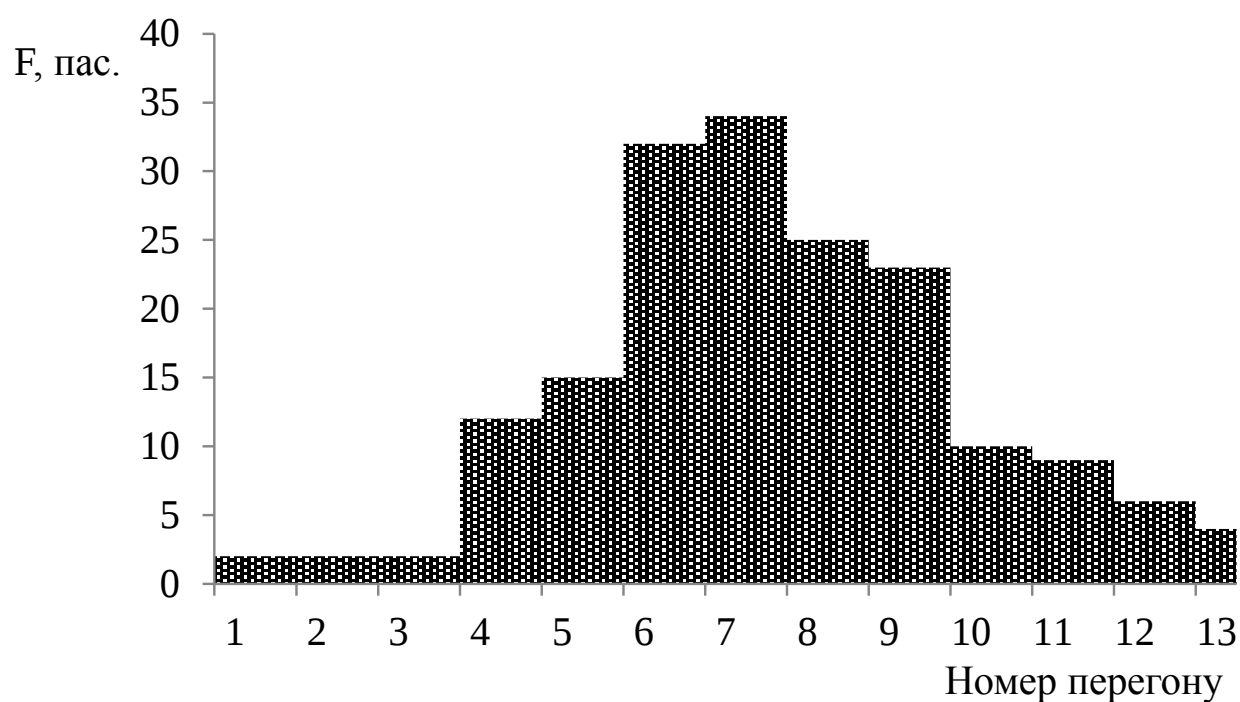


Рисунок 3.7 – Пасажиропотік на маршруті №11 в зворотному напрямку
рейс 15:30 в м. Олександрія

За такою ж аналогією виконано побудову епюр пасажиропотоків для обстежених рейсів в м. Охтирка – 184 одиниць і для м. Олександрія – 30 одиниць, характеристика пасажиропотоків представлена в табл. 3.9.

Отримані дані пасажиропотоків дозволяють визначити тенденцію коливань обсягів перевезень і сформувати попередню думку про можливі пересадки на мережі. При цьому необхідно брати до уваги розташування тарифних ЗП, перелік яких наведено в додатку А. Прив'язка випадково виконаних зупинок до тарифних є важливим етапом при формуванні мережевої матриці кореспонденцій. При цьому побудова добової маршрутної матриці кореспонденцій має на увазі наявність у дослідника даних про обсяг пасажирообміну ЗП по всіх рейсах. Виходячи з того, що при вибіркового обстеженні частина рейсів на ММ залишаються поза увагою обліковців, рішення даного питання можливе лише шляхом моделювання відсутніх місткостей ЗП. Для побудови точної та адекватної моделі необхідно володіти інформацією про характер протікання досліджуваного процесу.

В результаті теоретичних досліджень висунута гіпотеза, що місткість ЗП є випадковою величиною, розподіленою за законом Пуассона. Для перевірки цієї гіпотези запропоновано використовувати статистичний матеріал, який був отриманий в результаті вибіркового обстеження на маршрутній мережі м. Охтирка. Час роботи маршрутів було розбите на три періоди: два пікових (ранковий з 7 до 11, вечірній з 15 до 18) і, відповідно, один міжпіковий (з 11 до 15 годин). Окремо по кожному маршруту в рамках отриманих даних формувалася чисельний ряд, що відображає кількість увійшли пасажирів по обстеженим рейсам.

Таким чином, якщо на маршруті були обстежені пікові і між піковий періоди, то формувалося три масиви даних, за якими гіпотеза піддавалася перевірці. На рис. 3.8–3.11 наведені приклади побудови гістограм розподілу місткостей зупиночних пунктів. Перевірка гіпотези виконувалась за критерієм угоди χ -квадрат Пірсона. Рівень довірчої імовірності було прийнято 0,95. У якості інструменту проведення перевірки гіпотези обрано програмний продукт *Statistica*.

Таблиця 3.9 – Характеристика пасажиропотоків на маршрутній мережі м. Охтирка на основі результатів вибіркового обстеження, пас./год

Номер маршруту	Годинний інтервал проведення обстеження																					
	7-8		8-9		9-10		10-11		11-12		12-13		13-14		14-15		15-16		16-17		17-18	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
прямий напрямок																						
1	3	10	2	18	-	-	-	-	-	-	3	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1A	1	13	-	-	2	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	13	-	-
2A	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	1	21	1	30	3	29	-	-	-	-	-	-	-	-	1	12	2	14	1	18	-	-
4	2	33	2	27	3	29	0	12	-	-	-	-	-	-	1	15	2	20	-	-	-	-
5	1	16	1	17	1	14	-	-	-	-	0	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	10	12	4	11	11	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	6	2	15	-	-
7	1	7	1	15	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20	-	-
8	0	23	1	22	-	-	-	-	1	6	-	-	-	-	2	11	-	-	-	-	-	-
9	1	5	1	16	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	16	1	16

Продовження табл. 3.9

Номер маршруту	Годинний інтервал проведення обстеження																					
	7-8		8-9		9-10		10-11		11-12		12-13		13-14		14-15		15-16		16-17		17-18	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
10	1	13	1	13	1	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	14	-	-
11A	3	11	1	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	2	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	12	3	12
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	11	7	16
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	11	2	9	-	-	-	-	-	-
16	-	-	1	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6	2	9	2	13
17	1	26	2	16	1	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	18	5	16	1	23
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	15	-	-	-	-	1	9	2	13	3	15
20	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	1	29	2	17	2	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	19
23	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	10	2	14
24	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	1	7	1	12

Продовження табл. 3.9

Номер маршруту	Годинний інтервал проведення обстеження																					
	7-8		8-9		9-10		10-11		11-12		12-13		13-14		14-15		15-16		16-17		17-18	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
зворотній напрям																						
1	1	12	2	15	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1A	0	12	-	-	3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	9	-	-
2A	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	5	41	1	20	3	19	-	-	-	-	-	-	-	-	3	19	3	24	1	25	-	-
4	6	36	2	30	3	26	1	7	-	-	-	-	-	-	1	18	3	9	-	-	-	-
5	9	19	6	20	1	9	-	-	-	-	4	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	3	27	0	14	2	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	9	0	2	-	-
7	5	29	2	17	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	-	-
8	1	6	2	12	2	12	-	-	3	6	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-
9	2	30	1	13	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	18	1	17
10	11	21	2	13	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	-	-

Продовження табл. 3.9

Номер маршруту	Годинний інтервал проведення обстеження																					
	7-8		8-9		9-10		10-11		11-12		12-13		13-14		14-15		15-16		16-17		17-18	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
11А	3	18	2	22	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	21	3	11
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7	1	7
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-
16	-	-	2	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	7	16	2	15
17	8	35	1	16	2	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	26	1	11	6	20
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7	-	-	-	-	1	8	1	8	3	9
20	9	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	3	17	2	6	1	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	9
23	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	1	11	-	-
24	-	-	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12	3	14	-	-

Змінна: 3А прямий напрямок (ранок), Розподіл: Пуассона, $\text{Lambda} = 3,96154$
 Колмогоров-Смірнов $d = 0,17573$,
 Хі-Квадрат тест = 10,89330, $df = 10$, $p = 0,36589$

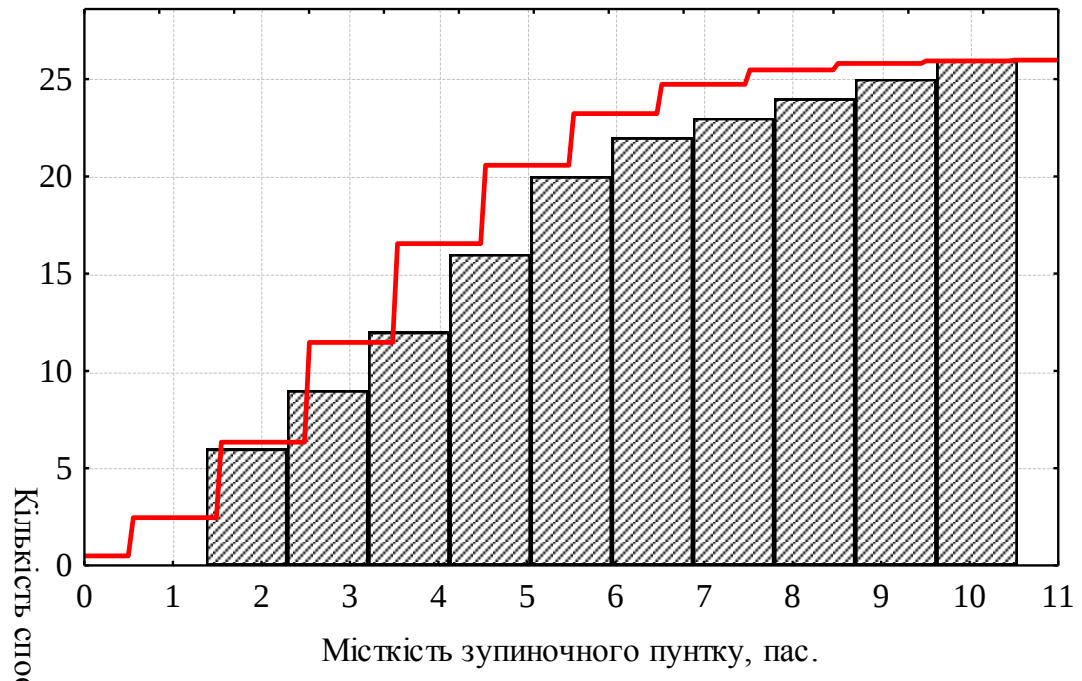


Рисунок 3.8 – Гістограма розподілу місткостей зупиночних пунктів на маршруті №3А в прямому напрямку в ранковий період «під»

Змінна: 9 прямий напрямок (ранок), Розподіл: Пуассона, $\text{Lambda} = 1,90000$
 Колмогоров-Смірнов $d = 0,14957$,
 Хі-Квадрат тест = 5,87948, $df = 3$, $p = 0,11762$

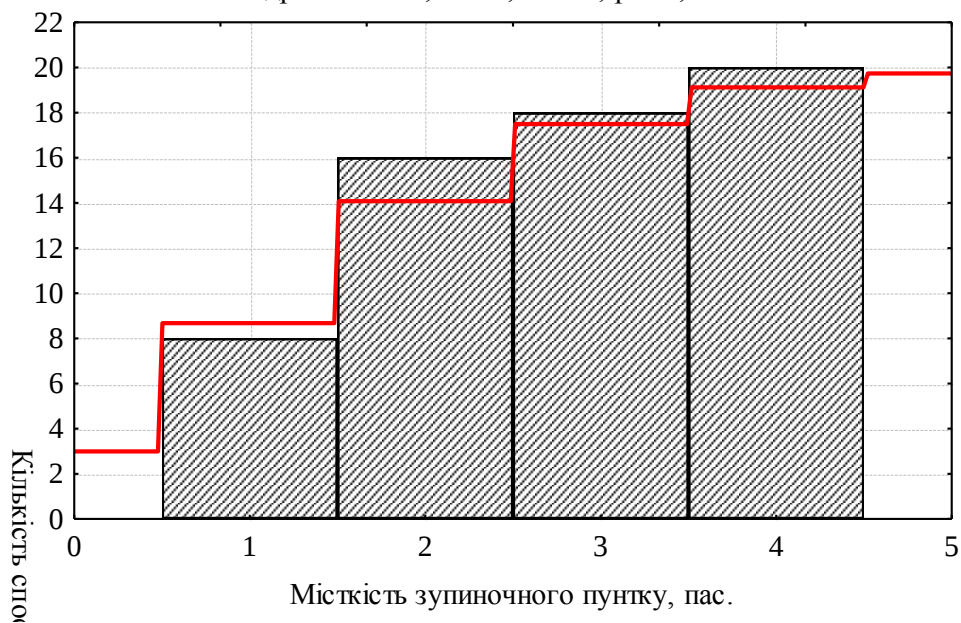


Рисунок 3.9 – Гістограма розподілу місткостей зупиночних пунктів на маршруті №9 в прямому напрямку в ранковий період «під»

Змінна: 23 прямий напрямок (вечір), Розподіл: Пуассона, $\text{Lambda} = 3,33333$

Колмогоров-Смірнов $d = 0,21217$,

Хі-Квадрат тест = 7,39655, $df = 8$, $p = 0,49451$

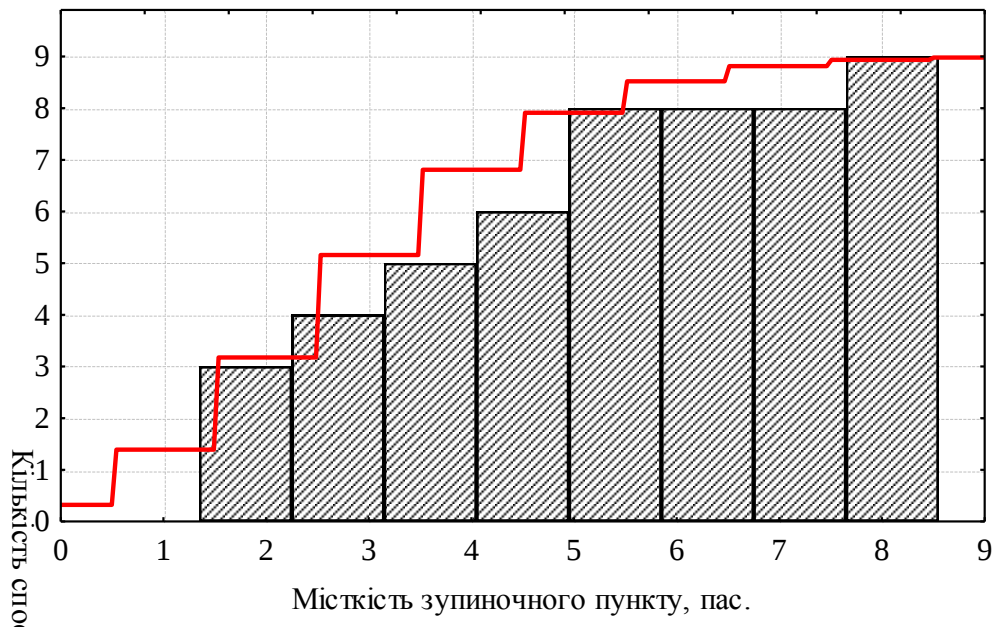


Рисунок 3.10 – Гістограма розподілу місткостей зупиночних пунктів на маршруті №23 в прямому напрямку в вечірній «пік»

Змінна: 25 зворотній напрямок (вечір), Розподіл: Пуассона,

$\text{Lambda} = 2,54167$

Колмогоров-Смірнов $d = 0,07874$,

Хі-Квадрат тест = 6,47234, $df = 5$, $p = 0,26293$

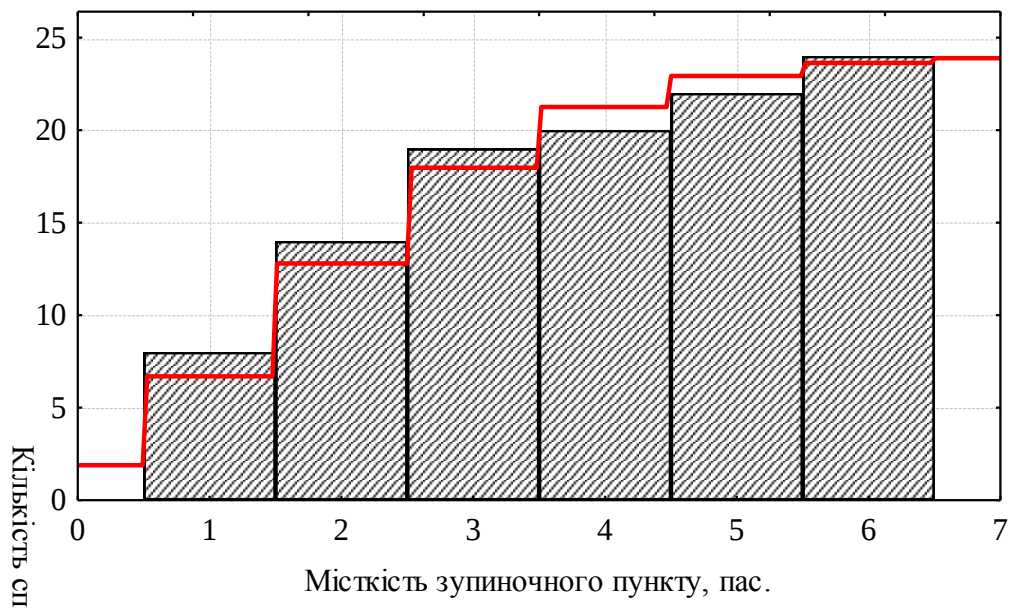


Рисунок 3.11 – Гістограма розподілу місткостей зупиночних пунктів на маршруті №25 в зворотному напрямку в вечірній «пік»

Як видно з рис. 3.8–3.11 гіпотеза про закономірності розподілу місткостей ЗП за законом Пуассона не відкидається, а значить, може бути прийнята. Критерій χ -квадрат оцінює рівень відповідності теоретичного та емпіричного розподілу випадкової величини [84] при зазначеному рівні ступенів свободи. Процедура, представлена вище, була проведена для всіх маршрутів м. Охтирка з урахуванням вибіркової обстеження. Основною метою даної процедури є отримання значень параметра λ , який відображає середнє значення місткості ЗП, у розглянутий період. У табл. 3.10 представлені результати визначення чисельних значень параметра λ на маршрутах з урахуванням трьох періодів функціонування ММ.

Отримані значення параметра λ є основою для моделювання місткостей ЗП по рейсам маршрутів, які не були охоплені вибірковою обстеженням.

Таблиця 3.10 – Чисельні значення параметра λ для м. Охтирка

Номер марш- руту	Період заміру					
	ранковий «пік»		міжпиковий період		вечірній «пік»	
	прямий напрямок	зворотній напрямок	прямий напрямок	зворотній напрямок	прямий напрямок	зворотній напрямок
1	2	3	4	5	6	7
1	2,78	2,45	2,54	1,05	-	-
1a	2,11	2,26	-	-	-	-
2	2,5	1,9	-	-	2,22	1,6
11a	2,42	2,07	-	-	-	-
16	2,81	2,16	-	-	2,63	2,45
18	-	-	2,85	1,8	3,6	2,38
20	1,4	2,9	-	-	-	-
22	4,11	2,15	-	-	2,5	1,8
23	-	-	-	-	3,85	2
11	2,42	2,08	-	-	-	-

Продовження табл. 3.10

1	2	3	4	5	6	7
24	1,42	1,8	-	-	-	-
5	2,82	3,35	2,55	1,17	-	-
5a	-	-	1,75	1,13	-	-
4	5,33	3,95	1,96	1,88	-	-
9	1,9	2,45	-	-	3,87	3,17
25	-	-	-	-	2,23	2,54
17	2,63	3,27	-	-	2,81	2,67
14	-	-	-	-	2,2	1,12
8	1,87	4,43	1,31	0,75	-	-
15	-	-	1,67	0,6	-	-
7	2,81	2,69	-	-	1,67	2,67
10	2,46	2,22	-	-	2,13	2,33
6	3,5	2,95	-	-	2	2,9
13	-	-	-	-	2,28	2,63
3a	3,96	3,62	-	-	2,91	3,54

У свою чергу наявність повної інформації про місткості ЗП за весь період роботи маршруту служить основою для моделювання добових матриць маршрутних кореспонденцій з їх подальшим агрегуванням в мережеву матрицю кореспонденцій. Слід також брати до уваги, що при процедурі формування мережевої матриці кореспонденцій необхідно враховувати можливі пересадки на мережі [79], так як в цьому випадку одна кореспонденція може бути кілька раз врахована в маршрутних матрицях. У зв'язку з цим, для отримання точної інформації про потреби населення в пересуваннях маршрутним пасажирським транспортом необхідно оцінити коефіцієнт пересадковості на ММ міста.

3.4 Обстеження кількості пересадок в маршрутної мережі

Локалізація місць виконання пересадки в рамках розробленої методики виконується на основі пошуку перетинань трас маршрутів і порівняння коливань пасажиропотоків по перегонам в місцях накладення трас. У зв'язку з цим на першому етапі необхідно виявити наявність накладення маршрутів, що можна зробити з використанням методики аналізу дублювання трас маршрутів [85]. В якості базового параметра для визначення перетинів або злиття трас маршрутів використовується номер ЗП в моделі ММ. Виконується зіставлення номерів ЗП двох маршрутів і потім виконується розрахунок рівня дублювання відносного базового маршруту [85] (в даному випадку приймається будь-який з пари):

$$U = \frac{w}{s(k)} \cdot 100, \quad (3.2)$$

де U – рівень дублювання траси маршруту, %;

w – кількість зупинок, які обслуговуються обома маршрутами, од.;

$s(k)$ – кількість зупинок k -го маршруту, од.

Результати визначення рівня дублювання трас маршрутів представлені в додатку Б. Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок про значний перетин трас маршрутів на мережі і це дозволяє виконати подальшу перевірку гіпотези про наявність місць пересадок на ММ.

Існування дублювання трас маршрутів дозволяє зробити припущення про можливу наявність місць пересадок. Подальшу процедуру по локалізації можливих місць пересадок пропонується розбити на етапи:

– перший етап передбачає перевірку гіпотези про фізичну можливість пересадки на мережі шляхом аналізу перетинів між маршрутами;

– другий етап виконується при умові не спростування гіпотези першого етапу і містить в собі процедуру безпосередньої локалізації місць пересадок на ММ згідно моделям, розроблених у другому розділі дисертаційної роботи.

Перший етап передбачає визначення перетинів між трасами маршрутів на основі результатів аналізу дублювання трас. Для кращої інтерпретації представимо результати у вигляді матриці (табл. 3.11).

Як видно за даними табл. 3.11 всі маршрути мають більше одного перетину з іншими маршрутами, що забезпечує можливість виконання пересадки для пасажирів будь-якого маршруту при необхідності. Таким чином, на першому етапі даного дослідження можна зробити висновок, що існує фізична можливість пересадки згідно параметрам мережі.

На наступному етапі необхідно перевірити гіпотезу про суттєвості коливань пасажирообміну на маршрутах, що може бути викликано пересадками пасажирів. Для цього по кожному маршруту в рамках одного часового інтервалу виконуються наступні процедури:

– період функціонування маршрутної мережі розбивається на годинні інтервали, в результаті чого отримуємо 11 годинних інтервалів;

– по кожному напрямку в рамках одного годинного інтервалу по всіх маршрутах знаходяться середні значення кількості пасажирів, що увійшло та вийшло, а саме:

$$\bar{D}_{(t-(t+1))}(k) = \frac{\sum_{p=1}^s D_{p(t-(t+1))}(k)}{s}, \quad (3.3)$$

$$\bar{A}_{(t-(t+1))}(k) = \frac{\sum_{l=1}^s A_{l(t-(t+1))}(k)}{s}, \quad (3.4)$$

де $\bar{D}_{(t-(t+1))}(k)$, $\bar{A}_{(t-(t+1))}(k)$ – відповідно, середнє значення кількості пасажирів, що увійшли і вийшли на k -му маршруті за інтервал часу $t-(t+1)$ в прямому або зворотному напрямку, пас.;

$D_{p(t-(t+1))}(k)$ – кількість пасажирів, що відправились з p -ї зупинки k -го маршруту за інтервал часу $t-(t+1)$, пас.;

Таблиця 3.11 – Наявність перетинів між трасами маршрутів м Охтирка

Номер маршруту	1	1А	2	2А	3А	4	5	5А	6	7	8	9	10	11А	11	13	14	15	16	17	18	20	22	23	24	25	Всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	18
1А	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	22
2	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	13
2А	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	13
3А	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	10
4	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+		+	5
5	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	21
5А	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	21
6	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	18

Продовження табл. 3.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
7	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	13	
8	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	8	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	6	
10	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	17	
11A	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	18
11	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	17	
13	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	14	
14	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	11	
15	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	11	
16	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	22	
17	-	+	-	-	+	+	+	+			+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	16	
18	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+		+	11	

Продовження табл. 3.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
20	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	20
22	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+			+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	19
23	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	+	+	19
24	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	22
25	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+		+	+			+			+	+	+	+	-	+	+	-	17
Всього	18	22	13	13	10	5	21	21	18	13	8	6	17	18	17	14	11	11	22	16	11	20	19	19	22	17	-

$A_{l(t-(t+1))}(k)$ – кількість пасажирів, які прибули на l -у зупинку k -го маршруту за інтервал часу $t-(t+1)$, пас.

– виконується побудова критичної межі на основі залежностей (2.43) для кожного k -го маршруту по кожному напрямку за 11 сформованих періодів;

– визначається максимальне значення пасажирообміну для всіх розрахункових періодів по всіх маршрутах з урахуванням двох напрямів, а саме:

$$D_{\max(t-(t+1))}(k) = \max \forall (D_{p(t-(t+1))}(k)), \quad (3.5)$$

$$A_{\max(t-(t+1))}(k) = \max \forall (A_{l(t-(t+1))}(k)). \quad (3.6)$$

– виконується порівняння двох величин: критичного значення і максимального пасажирообміну для перевірки можливої реалізації пересадки на основі чого формується масив індикатора подій (2.34) (додаток В), а саме:

$$\begin{cases} D_{pt-(t+1)}(k) < D_{\max(t-(t+1))}(k) \Rightarrow I_{\Pi}(T_{p_i \rightarrow p_{i+1}}) = 1, \\ D_{pt-(t+1)}(k) > D_{\max(t-(t+1))}(k) \Rightarrow I_{\Pi}(T_{p_i \rightarrow p_{i+1}}) = 0. \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\begin{cases} A_{lt-(t+1)}(k) < A_{\max(t-(t+1))}(k) \Rightarrow I_{\Pi}(T_{p_i \rightarrow p_{i+1}}) = 1, \\ A_{lt-(t+1)}(k) > A_{\max(t-(t+1))}(k) \Rightarrow I_{\Pi}(T_{p_i \rightarrow p_{i+1}}) = 0, \end{cases} \quad (3.8)$$

де $D_{pt-(t+1)}(k)$, $A_{pt-(t+1)}(k)$ – відповідно, критичні значення місткостей ЗП щодо відправлення та прибуття для k -го маршруту за період $t-(t+1)$ окремо за двома напрямками, пас.;

– виконується формування з 11 періодів функціонування маршрутної мережі 2-х пікових періоду (ранкового: з 7 до 11 годин, вечірнього: з 15 до 18 годин) і одного міжпікового – з 11 до 15 годин;

– по кожному з трьох отриманих періодів формується матриця порівняння, в стовпці і рядку якої, відповідно, вказуються номери маршрутів і зупинки з позитивними індикаторами подій (3.7) і (3.8) (додаток Д);

– перевіряється умова збігу назв зупинок по стовпцях і рядках, тобто, наприклад, $i \mapsto \text{«вул. Гоголя»}$, $j \mapsto \text{«вул. Гоголя»}$ та $i = j$, то зазначений ЗП може є пунктом пересадки. У загальному вигляді цей вираз можна записати:

$$S_{T \rightarrow T'} = \begin{cases} 1, & i = j, i \mapsto \text{ОП}, j \mapsto \text{ОП}, \\ 0, & i \neq j, \end{cases} \quad (3.9)$$

де ОП – текстова назва ЗП.

– на останньому етапі виконується безпосереднє визначення місця пересадки при перевірці умови:

$$\text{ОП}_i = \begin{cases} \text{ПТВ}, & \sum I_{\text{П}} \geq \sum S_{T \rightarrow T'}, \\ \text{ОПП}, & \sum I_{\text{П}} < \sum S_{T \rightarrow T'}, \end{cases} \quad (3.10)$$

де ПТВ – пересадковий транспортний вузол;

ОПП – звичайний ЗП.

В результаті проведених поетапних розрахунків визначено, що для м. Охтирка пересадковим зупиночним пунктом є зупинка «Центр». Проведені натурні обстеження на ньому підтвердили попередню оцінку обсягу пересадок пасажирів, який склав від загальнодобової кількості переміщень лише 0,5 відсотків. Аналогічним чином були проведені розрахунки і виміри для м. Олександрія, для якого відсоток пересувань з пересадками від загальної кількості переміщень склав лише 0,4 відсотка.

Отримані значення частки пересувань з пересадками в загальній сукупності переміщень по мережі є індикатором переважання транспортної рухомості населення, які відповідають поїздам по маршрутам. Тобто одне пересування відповідає одній поїзді.

Висновки по третьому розділу

1. Результати вибірових обстежень табличним методом на маршрутних мережах таких середніх міст як, Охтирка та Олександрія, дозволили визначити закономірності підходу пасажирів на пункти зупинок. Гіпотеза про Пуассонівський розподіл цієї величини, яка була висунута при теоретичних дослідженнях другого розділу, не була спростована.

2. Аналіз рівня помилки результатів вибірового обстеження на маршрутній мережі показав, що виконаний рівень достовірності 95 відсотків забезпечений по всіх маршрутах, що дозволяє виконувати моделювання матриць маршрутних кореспонденцій за отриманими даними пасажирообміну з необхідним рівнем точності.

3. Отримані методом лінійної інтерполяції значення параметра λ для інтервалів часу, що не потрапили до вибірового обстеження, послужили основою для генерації місткостей зупиночних пунктів і моделювання рейсових матриць кореспонденцій, що не були обстежені.

4. Гіпотеза про значну кількість пересувань, виконуваних з пересадками, була спростована, так як тільки для м. Охтирка виявлено ключовий транспортний вузол (зупинний пункт «Центр»), на якому лише для 6 випадків з обстежуваного періоду (5 днів обстеження) підтвердилася гіпотеза про суттєве коливання пасажирообміну. При цьому загальна кількість осіб, які виконали пересадку в даному вузлі, склало 32 людини, що є гранично малим значенням в порівнянні із загальним обсягом пересувань за один день 8214 пасажирів. Таким чином, формування мережевої матриці кореспонденцій для середніх міст можна виконувати без урахування коефіцієнта пересадочних. У місті Олександрія місцем пересадки пасажирів є ЗП «вул. Семашко». Коефіцієнт пересадковості для даного населеного пункту склав 1,004, що також є предельно малим значенням для даного показника.

Матеріали по даному розділу представлені в наукових роботах [5, 9].

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Імітаційне моделювання рейсових кореспонденцій і формування матриці мережевих кореспонденцій в містах

Представлена в третьому розділі первинна інформація є основою для моделювання матриць рейсових кореспонденцій і агрегування з них матриці мережевих кореспонденцій. Ключовим питанням при їх формуванні є режим обслуговування пасажирів на ММ, а саме «маршрутне таксі». Він передбачає здійснення висадки і посадки пасажирів не тільки на тарифних зупинках, але і на вимогу. В цьому випадку, в кожному рейсі кількість виконаних зупинок, як в прямому, так і в зворотному напрямку є унікальним. Вирішувати це завдання пропонується шляхом укрупнення виконаних випадкових зупинок в тарифні пункти зупинки.

Для цього пропонується ввести критерій:

$$s_i \in TS_j \Leftrightarrow \min \forall \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}, \quad (4.1)$$

де s_i – зупинка, виконана маршрутним засобом;

TS_j – тарифна зупинка в маршрутній мережі;

x_i, y_i – відповідно, координати x та y для виконаної i -й зупинки;

x_j, y_j – відповідно, координати x і y для j -го тарифного ЗП.

В результаті виконання даної процедури, отримуємо масив даних по обстеженим рейсам. На основі отриманого пасажирообміну виконується моделювання рейсових матриць кореспонденцій за моделями (2.17)–(2.20). Для

рейсів, що не потрапили в обстеження, виконується імітаційне моделювання випадкових величин за законом Пуассона, які відповідають місткостям ЗП. Як інструмент моделювання чисельних значень даного параметра використовується надбудова *MS Excel* «Генерація випадкових чисел». Для обліку тенденції плавної зміни величини пасажиропотоку по годинах доби виконується лінійна інтерполяція значень параметра λ щодо запропонованих маршрутів в неохоплених обстеженням періоди і в рамках розукрупнення обраних трьох періодів. Насиченість ММ трасами є індикатором наявності дублювання між ними, що дозволяє використовувати отримані чисельні значення параметра λ для суміжних маршрутів. В результаті виконано моделювання місткостей ЗП по неохопленим обстеженням рейсах і проведено моделювання рейсових маршрутних МПК в кількості 502 одиниці.

Приклади результатів моделювання рейсових матриць кореспонденцій представлені на рис. 4.1., 4.2.

Зупинка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1		0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
2			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9										0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
10											0	0	0	0	0	0	0	0	0
11												0	0	0	0	0	0	0	0
12													0	0	0	0	0	0	0
13														0	0	0	0	0	0
14															0	0	0	0	0
15																0	0	0	0
16																	0	0	0
17																		0	1
18																			0
19																			

Рисунок 4.1 – Матриця рейсових кореспонденцій на маршруті №1
в прямому напрямку (рейс 7:00)

Зупинка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1		0	0	1	3	3	1	2	1	2	0	1	0	0	1	0	0	1	2	1	1
2			0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3				0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8									0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10											0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
11												0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12													0	0	0	0	0	0	1	0	0
13														0	0	0	0	0	0	0	0
14															0	0	0	0	0	0	0
15																0	0	0	0	0	0
16																	0	0	0	0	0
17																		0	0	0	0
18																			0	0	0
19																				0	0
20																					0
21																					

Рисунок 4.2 – Матриця рейсових кореспонденцій кореспонденцій
на маршруті №1 в зворотному напрямку (рейс 7:33)

Таким чином, в результаті моделювання отримано 680 матриць рейсових кореспонденцій, які необхідно сформувати в 26 маршрутних матриць кореспонденцій.

Для визначення добової маршрутної кореспонденції використовується наступна залежність:

$$h_{pl}(k) = \sum_{t=7}^{18} h_{pl-(t+1)}(k), \quad (4.2)$$

де $h_{pl-(t+1)}(k)$ – рейсова кореспонденція за період $t-(t+1)$ на k -му маршруті, пас.

На рис. 4.3 наведено приклад добової матриці кореспонденцій для одного з маршрутів м. Охтирка в прямому напрямку. Аналогічним чином сформовано 52 маршрутних матриць кореспонденцій для м. Охтирка та 20 для м. Олександрія.

Зупинка	927	927	927	953	953	1013	1013	351	956	131	956	351	1013	1005	928	607	932	846	952
927		20	18	13	18	10	10	10	8	5	5	5	0	5	3	3	0	3	8
927	-		13	10	10	8	5	3	8	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
927	-	-		13	18	10	8	8	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
953	-	-	-		10	8	3	3	5	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0
953	-	-	-	-		3	3	3	5	3	0	3	0	5	0	0	0	0	0
1013	-	-	-	-	-		3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1013	-	-	-	-	-	-		0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
351	-	-	-	-	-	-	-		0	3	3	0	3	8	0	3	0	0	5
956	-	-	-	-	-	-	-	-		3	5	5	0	5	0	5	0	0	0
131	-	-	-	-	-	-	-	-	-		5	0	0	3	3	0	0	0	5
956	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		3	0	8	0	0	0	3	0
351	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		3	0	3	3	0	0	3
1013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		5	0	0	0	0	3
1005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0	0	0	0	0
928	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0	0	0	3
607	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0	0	0
932	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0	3
846	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0
952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Рисунок 4.3 – Добова матриця кореспонденцій на маршруті №1
в прямому напрямку

Мережева матриця кореспонденцій відображає попит населення міста на пересування по певним цілям між ділянками міста [78]. При цьому ідеальним варіантом є отримання матриці кореспонденцій між місцями проживання (зародження пересування) і місця закінчення поїздки (місце роботи, магазин або інша установа). Однак, як описувалося вище, тут виникають складності в процедурі математичного або статистичного детермінування кожного пересування, що теоретично можливо, але в практичному плані пов'язане зі значною трудомісткістю. Навіть при локалізації місць зародження і закінчення пересування на рівні ЗП завдання буде характеризуватися великою розмірністю. Наприклад, для міста Охтирка матриця мережевих кореспонденцій повинна включати в себе 11664 осередки, а при збільшенні площі населеного пункту розмірність матриці буде зростати нелінійно. Очевидно, що це ускладнює процедуру формування матриці мережевих кореспонденцій і при розробці проектних рішень щодо ММ міста досить виконати більше агрегування пасажирообразуючих і поглинаючих точок. Як правило, в якості пунктів початку та закінчення пересування при моделюванні ММК приймаються ТР [86–89]. ТР це умовно виділена територія міста, що

характеризується площею, однорідністю забудови, щільністю населення і місць прикладання праці [87–89]. Виходячи з методу моделювання мережі вченими розроблено ряд правил виконання мікрорайонування території міста. Однак, існує можливість виконати формалізацію ТР, наприклад, на основі одного або двох факторів: площі і щільності населення, порядкових номерів ЗП і т.д.

Мікрорайонування територій м. Охтирка та м. Олександрія виконується в програмному продукті *PTV Visum*. Результати представлені на рис. 4.4 та 4.5.

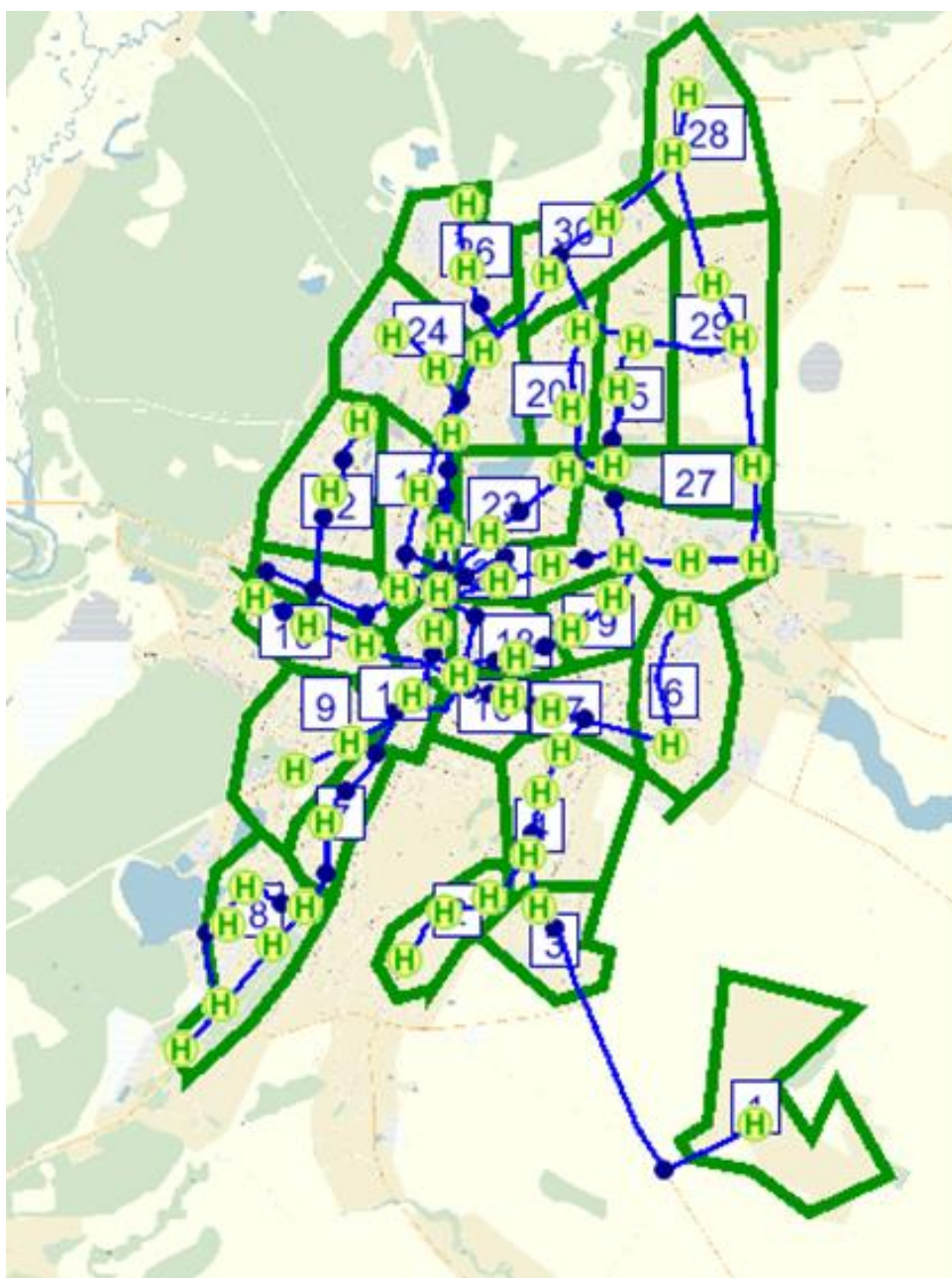


Рисунок 4.4 – Результат мікрорайонування території м. Охтирка

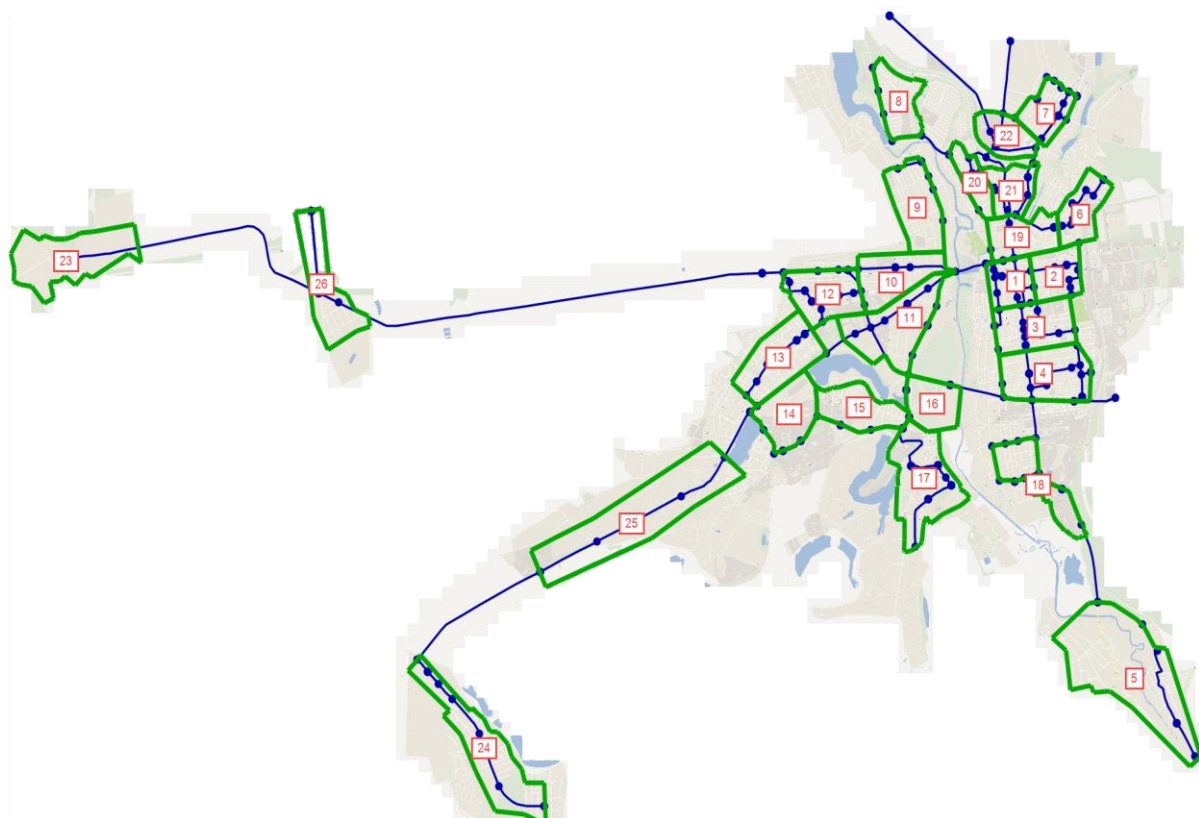


Рисунок 4.5 – Результат мікрорайонування території м. Олександрія

Для моделі маршрутної мережі м. Охтирка сформовано 30 ТР, для м. Олександрія – 26. Загальна характеристика ТР представлена в табл. 4.1 та 4.2.

Таблиця 4.1 – Характеристика транспортних районів в моделі маршрутної мережі м. Охтирка

Номер транспорт-ного району	Координата X	Координата Y	Площа, км^2	Кількість маршрутів, проходять через транспортний район
1	2	3	4	5
1	3884591,18	6485287,05	2,1243	1
2	3879848,66	6487618,48	0,7363	1
3	3881680,11	6487668,76	0,8538	1
4	3881639,62	6489086,06	1,5023	2

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5
5	3882894,27	6495556,24	1,2588	1
6	3883663,34	6491633,81	1,3955	1
7	3878716,26	6489236,33	0,6222	3
8	3876852,86	6486923,44	1,4935	3
9	3877980,48	6490693,44	1,3518	1
10	3877495,98	6492344,09	0,7682	5
11	3878055,16	6492938,85	0,5971	6
12	3878898,12	6494758,37	1,3244	1
13	3879609,52	6494315,46	0,8146	1
14	3879360,23	6491246,37	0,3736	4
15	3879797,56	6491972,80	0,3697	9
16	3880773,01	6491052,14	0,5431	4
17	3881811,48	6491034,46	0,7399	3
18	3881107,35	6491996,11	0,6469	1
19	3882293,27	6492274,50	0,6624	1
20	3881578,56	6495908,15	0,8516	1
21	3883509,86	6493599,33	1,8822	3
22	3880193,73	6493869,60	0,2813	9
23	3880934,23	6493958,68	1,0357	1
24	3879842,40	6496482,25	1,2483	1
25	3880885,99	6495742,79	0,7222	3
26	3880597,35	6497918,88	1,1214	1
27	3883721,77	6494312,50	0,8313	1
28	3883916,55	6499579,55	1,5579	3
29	3883922,82	6496575,23	1,8984	1
30	3881961,08	6497932,89	0,9743	1

Таблиця 4.2 – Характеристика транспортних районів в моделі маршрутної мережі м. Олександрія

Номер транспорт- ного району	Координата X	Координата Y	Площа, км ²	Кількість маршрутів, проходять через транспортний район
1	2	3	4	5
1	5489,2576	-4003,4843	0,566	31
2	6148,8312	-3930,3230	0,627	31
3	5832,8459	-4722,8902	0,985	30
4	5962,2586	-5445,4447	1,206	30
5	7515,1367	-10226,4557	2,821	2
6	6587,8516	-2958,2987	0,653	2
7	6005,1589	-1373,3646	0,594	5
8	3496,4927	-1187,1181	0,669	1
9	3810,6206	-2848,0877	0,989	1
10	3364,2976	-4021,9045	0,928	9
11	3677,5310	-4577,3009	1,353	11
12	2280,1962	-4206,8944	0,926	13
13	1438,6636	-5197,6193	1,155	15
14	1618,1378	-6088,5653	0,860	15
15	2808,0524	-5981,3287	0,807	11
16	4058,4050	-5923,0159	0,650	18
17	3922,4661	-7088,3549	1,475	2
18	5869,8520	-7193,1030	0,817	4
19	5511,6555	-3310,4732	0,730	14
20	4789,8737	-2458,8604	0,404	2
21	5414,1965	-2580,9602	0,565	13
22	5326,4187	-1723,9202	0,573	6

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5
23	-10712,5935	-3688,7088	1,468	1
24	-3583,8442	-11321,1332	1,575	4
25	-1064,3617	-7796,9241	2,601	4
26	-6353,2741	-4049,1733	1,082	1

ММК в рамках розробленої методики виходить в результаті об'єднання матриць маршрутних кореспонденцій. Для цього на першому етапі необхідно визначити приналежність ЗП сформованим ТР. У цьому випадку виконуються умови (2.47) і (2.48), що підтверджує можливість використання розробленого підходу до формування матриці. У табл. 4.3 і 4.4 наведені дані про приналежність тарифних ЗП ТР.

Таблиця 4.3 – Приналежність зупиночних пунктів транспортним районам в моделі маршрутної мережі м. Охтирка

Номер транспортного району	Номер зупиночного пункту	Кількість зупиночних пунктів, що входять в транспортний район
1	2	3
1	993	1
2	394, 991, 992	3
3	577, 616	2
4	557, 558, 959, 960	4
5	740, 752, 782	3
6	833, 1004	2
7	181, 183, 206, 945, 946	5

Продовження табл. 4.3

1	2	3
8	39, 46, 51, 114, 143, 178, 949, 1011	8
9	131, 211, 956	3
10	78, 117, 144, 230	4
11	156, 176, 232, 927	4
12	188, 200, 226, 970	4
13	341, 353, 953, 990	4
14	317, 329, 1012	3
15	351, 1013	2
16	434, 496, 526, 957	4
17	604, 958, 1016	3
18	501, 538, 585	3
19	650, 744	2
20	674, 695, 961, 981	4
21	420, 509, 607, 679, 846, 928, 929, 932, 940, 952, 1005	11
22	377, 387, 398, 405, 950, 1014	6
23	973, 975, 977	3
24	266, 372, 421	3
25	419, 436, 490, 506, 513	5
26	998, 1001, 1003	3
27	724, 967, 988	3
28	982, 983	2
29	987, 1015	2
30	596, 733	2

Таблиця 4.4 – Приналежність зупиночних пунктів транспортним районам в моделі маршрутної мережі м. Олександрія

Номер транспортного району	Номер зупиночного пункту	Кількість зупиночних пунктів, що входять в транспортний район
1	2	3
1	31, 201, 81, 68, 203, 202, 30, 44	8
2	79, 1, 2, 3	4
3	209, 129, 99, 78, 100, 115, 29, 28, 42, 43	10
4	72, 206, 207, 208, 27, 26, 41	7
5	245, 244, 243, 242, 316	5
6	101, 102, 117, 103, 313	5
7	88, 156, 155, 154, 312, 85, 86, 87, 89	9
8	136, 137, 138, 139, 140	5
9	178, 179, 180, 213, 212	5
10	169, 235, 166, 10	4
11	6, 314, 7, 8, 9, 69, 70, 71	8
12	173, 236, 166, 165, 51, 215, 12, 11, 10	9
13	52, 15, 214, 55, 17, 18, 217	7
14	301, 19, 20	3
15	21, 22, 23	3
16	24, 25	2
17	229, 228, 232, 233, 234	5
18	315, 187, 113, 112, 111, 110, 109, 108, 107, 106	10

Продовження табл. 4.4

1	2	3
19	210, 82, 204, 132	4
20	153, 123, 135, 134, 133	5
21	84, 92, 311, 205, 119, 211, 122	7
22	152, 124	2
23	308	1
24	222, 223, 224, 225, 307, 226, 227	7
25	218, 219, 220, 221	4
26	238, 239	2

Наступним етапом є трансформація кожної маршрутної матриці в елемент мережевої. В цьому випадку у разі переходу від номерів ЗП до ТР і всі маршрутні матриці незалежно від кількості ЗП матимуть розмірності відповідні кількостей ТР в моделях маршрутних мереж. Так як необхідно виконати обробку великого масиву даних доцільно алгоритмізувати даний процес і програмно його реалізувати. Це дозволить уникнути механічних помилок при формуванні матриці «вручну» і значно скоротить трудомісткість.

На рис. 4.6 наведено алгоритм агрегування матриці мережевих кореспонденцій на підставі маршрутних. У додатку Ж зазначений лістинг програми, реалізованої в оболонці *Visual Basic Application for MS Excel*.

В результаті перетворення виходить масив матриць мережевих кореспонденцій $\{H_{cv}\}$, який характеризується потужністю $|H_{cv}|$, що для розглянутих моделей дорівнюватиме 52 для м. Охтирка (по 26 матриць в кожному напрямку) і 20 для м. Олександрія.

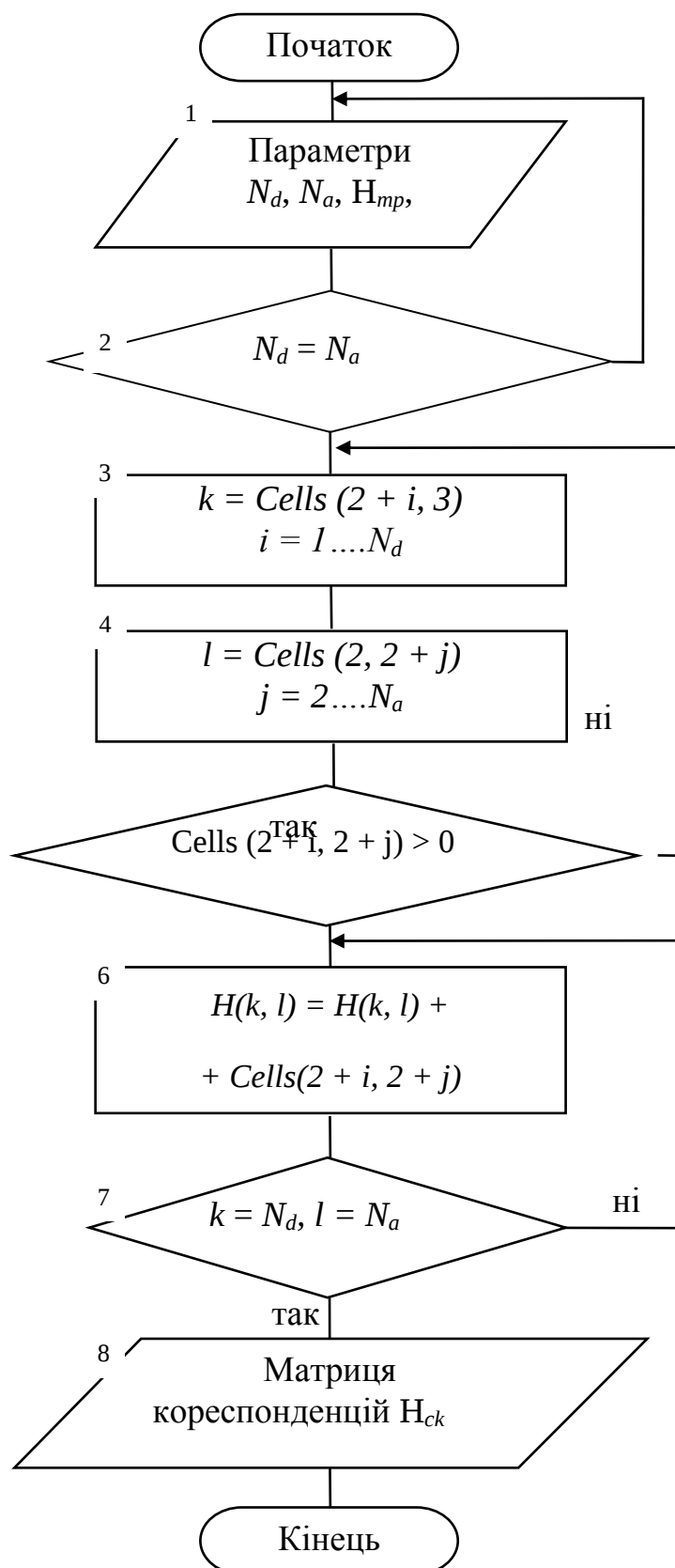


Рисунок 4.6 – Алгоритм перетворення матриці маршрутних кореспонденцій в мережеву матрицю

Результуюча матриця мережєвих кореспонденцій виходить шляхом агрегування трансформованих по поданому вище алгоритму, тобто:

$$H_c = \cup H_{ck}, \quad (4.3)$$

де H_c – агрегована по всіх маршрутах матриця мережєвих кореспонденцій;

H_{ck} – матриця мережєвих кореспонденцій по k -му маршруту.

В результаті отримані наступні матриці мережєвих кореспонденцій: рис. 4.7 – для м. Охтирки, на рис. 4.8 – для м. Олександрія. Обидві матриці одержані на основі розробленої методики вибіркового обстежень і імітаційного моделювання маршрутних матриць кореспонденцій.

Номер транспортного района	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	13	0	23	15	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	25	0	15	0	0	9	4	4	0	0	0	0	6	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	8	38	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	14	24	14	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	1	13	0	0	11	6	7	0	1	0	1	7	15	13	9	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	9	0	0	0	6	7	3	0	3	1	19	0	0	0	0	11	7	0	20	0	0	0	0	1	1	0	
6	0	0	0	0	0	19	0	0	8	0	0	0	0	0	6	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	4	0	7	0	0	72	42	50	12	22	16	19	46	57	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	3	1	1	
8	0	10	0	13	0	0	215	178	59	18	20	26	26	56	98	0	2	0	0	3	80	0	0	0	12	0	0	12	5	11	
9	0	0	6	12	1	21	6	25	151	41	9	0	12	9	171	4	13	0	3	2	83	61	1	0	24	24	0	75	0	40	
10	1	0	2	5	0	0	0	0	79	131	39	0	0	3	128	7	7	0	1	0	37	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
11	3	0	2	7	13	0	80	19	135	115	121	0	291	6	363	5	7	0	0	0	55	7	9	0	5	0	1	6	0	13	
12	0	0	0	0	0	0	36	4	0	0	23	43	67	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	3	0	16	2	45	0	19	2	46	0	135	0	0	0	0	0	19	0	0	6	0	0	0	0	0	1	
14	0	0	0	0	1	0	2	1	1	0	13	6	10	1	16	0	0	0	0	0	21	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	6	3	7	9	43	37	13	115	109	91	6	55	13	131	6	7	0	0	1	90	14	10	0	6	5	0	13	0	5	
16	0	0	2	2	0	0	0	0	9	0	1	0	0	0	21	6	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	1	1	0	1	0	13	2	2	4	0	1	0	0	1	19	18	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	10	0	0	0	0	5	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	2	6	3	0	111	85	90	43	20	0	19	68	261	3	1	0	0	0	757	0	1	9	0	0	0	0	0	13	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	1	29	0	0	18	18	2	22	24	29	
23	0	0	0	0	3	0	0	0	5	5	7	0	4	4	15	0	0	0	0	0	7	0	5	0	0	0	1	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	17	0	7	0	0	0	0	0	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	4	21	1	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	0	41	0	0	14	7	1	4	5	11	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	25	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	0	0	5	16	40	7	4	0	0	0	12	0	0	0	0	0	34	0	0	0	36	0	0	73	3	98	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
30	0	0	0	0	0	0	1	2	17	5	3	0	0	0	11	0	0	0	0	0	1	27	0	0	39	0	0	9	7	22	

Рисунок 4.7 – Матриця мережєвих кореспонденцій для м Охтирка

Номер транспортного району	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	205	346	203	288	49	83	205	26	37	41	34	149	72	38	89	22	42	84	72	15	126	29	5	23	5	2
2	308	229	287	406	29	64	188	17	32	26	17	133	64	41	80	22	38	85	62	10	183	53	17	86	36	30
3	277	311	162	289	18	63	98	14	0	33	13	80	75	32	43	20	24	113	44	9	131	44	0	75	17	0
4	452	462	214	66	24	36	249	23	0	28	12	62	52	27	33	18	28	19	75	35	172	43	0	69	23	0
5	31	36	46	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	5	0	36	31	0	0	0	0
6	11	48	66	37	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	8	0	2	0	0	0	0	0
7	83	189	205	206	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	75	1	0	0	0	0
8	20	17	15	42	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	63	83	0	0	0	0	0	0	32	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	23	25	21	22	0	0	0	0	12	5	0	33	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
11	117	67	19	10	0	0	0	0	0	15	24	20	19	12	13	4	0	0	0	0	0	0	0	32	3	0
12	170	243	106	89	0	0	0	0	0	24	18	41	65	24	30	10	0	0	0	0	0	0	8	0	0	7
13	251	210	88	156	0	0	0	0	0	10	39	77	98	46	67	32	0	0	0	0	0	0	0	16	4	0
14	76	128	51	52	0	0	0	0	0	11	34	60	34	11	23	17	0	0	0	0	0	0	0	5	8	0
15	213	184	70	60	0	0	0	0	0	10	15	49	48	13	14	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	48	48	21	21	0	0	0	0	0	1	7	22	33	18	25	5	9	0	4	0	2	13	0	12	7	0
17	47	49	25	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	8	0	2	0	19	26	0	0	0	0
18	56	64	21	9	34	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	27	0	56	8	0	0	0	0
19	40	89	90	77	15	16	25	3	0	0	0	0	0	0	0	1	8	29	1	5	20	12	0	0	0	0
20	10	12	15	19	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	0
21	81	169	148	189	35	12	237	0	0	0	0	0	0	0	0	4	26	32	23	3	74	14	0	0	0	0
22	20	52	52	40	26	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	38	21	4	0	3	0	0	0	0	0
23	0	31	39	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	125	109	64	39	0	0	0	0	0	0	19	0	24	15	0	8	0	0	0	0	0	0	0	88	27	0
25	44	32	28	20	0	0	0	0	0	0	6	0	8	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0	96	26	0
26	0	25	19	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	11

Рисунок 4.8 – Матриця мережевих кореспонденцій для м. Олександрія

4.2 Визначення закономірностей формування попиту і роботи міського пасажирського транспорту в середніх містах

Однією з головних цілей будь-наукового дослідження є отримання нових знань про досліджуваний процес або явище [90]. У свою чергу, знання має на увазі деяку сукупність систематизованих результатів пізнавальної діяльності людини і одним з їх відображення є закономірності проходження процесу. В рамках даної проблеми ключовим аспектом, який цікавить вчених транспортної та містобудівної галузей, є закономірність формування попиту населення міста на послуги МПТ. Так як міська маршрутна система складається з двох основних компонентів: маршрутної мережі і попиту населення, то існує необхідність визначення закономірності функціонування двох цих елементів при їх взаємодії на мережі міста.

Як показник, що характеризує функціонування МПТ під час обслуговування населення, доцільно використовувати величину транспортної роботи [23, 61, 77]. Для визначення даного показника необхідно мати дані про дальність пересування і матрицю мережевих кореспонденцій. У роботах [23, 77] розглядається показник, який використовувався для оцінки стану попиту, тобто в умовах варіативних станів матриці кореспонденцій. При розгляді розробленої методики пропонується використовувати величину транспортної роботи не як індикатор стану варіанту матриці кореспонденцій, а як показник характеристики обслуговування пасажирів між транспортними районами міста. Відстані між транспортними районами є основою для отримання значень можливої дальності пересування. Матрицю відстаней можна отримати з використанням програми *PTV Visum*, використовуючи меню «Процедура / Розрахунок матриці відстаней». Результат отримання матриці відстаней представлений в табл. 4.4.

Матриця транспортної роботи отримується шляхом перемноження двох матриць:

$$W = H \cdot L = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1n} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{m1} & h_{m2} & \dots & h_{mn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & \dots & l_{1n} \\ l_{21} & l_{22} & \dots & l_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_{m1} & l_{m2} & \dots & l_{mn} \end{bmatrix}, \quad (4.4)$$

де W – матриця транспортної роботи;

H – матриця мережевих кореспонденцій;

L – матриця відстаней;

m – кількість рядків в матриці, од.;

n – кількість стовпців в матриці, од.

Так як ідеться про квадратичні матриці, виконується умова $m = n$. Матриця мережевих кореспонденцій для м. Охтирка представлена на рис. 4.7. Величина транспортної роботи служить основою для визначення значень дальності пересувань.

Таблиця 4.4 – Матриця відстаней між транспортними районами в моделі маршрутної мережі м Охтирка

Номер ТР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	0,0	6,3	3,7	5,8	14,0	8,2	10,9	12,4	10,6	11,5	10,2	12,4	11,0	9,5	9,4	7,8	7,2	8,1	8,8	13,3	10,2	10,5	10,8	12,4	12,2	13,3	13,7	16,4	15,5	14,9
2	6,3	0,0	2,9	1,2	9,3	3,6	6,3	7,8	6,0	6,9	5,6	7,8	6,3	4,9	4,8	3,1	2,6	3,5	4,2	8,7	5,6	5,8	6,2	7,8	7,5	8,6	9,1	11,8	10,9	10,3
3	3,7	2,9	0,0	2,3	10,5	4,7	7,5	8,9	7,2	8,0	6,7	9,0	7,5	6,0	6,0	4,3	3,7	4,7	5,4	9,9	6,7	7,0	7,3	9,0	8,7	9,8	10,3	13,0	12,1	11,4
4	5,8	1,2	2,3	0,0	8,2	2,4	5,1	6,6	4,9	5,7	4,4	6,6	5,2	3,7	3,7	2,0	1,4	2,4	3,0	7,6	4,4	4,7	5,0	6,6	6,4	7,5	7,9	10,7	9,7	9,1
5	14,0	9,3	10,5	8,2	0,0	8,4	6,9	8,4	6,6	6,1	5,9	7,0	5,9	5,5	4,8	5,7	6,9	6,1	3,7	3,0	3,2	4,6	2,2	5,7	4,6	4,6	1,8	5,0	3,1	3,5
6	8,2	3,6	4,7	2,4	8,4	0,0	5,4	6,9	5,1	6,0	4,7	6,9	5,4	4,0	3,9	2,2	1,6	2,6	3,3	7,8	4,6	4,9	5,3	6,9	6,6	7,7	8,2	10,9	10,0	9,4
7	10,9	6,3	7,5	5,1	6,9	5,4	0,0	1,8	1,6	4,5	3,2	5,4	3,9	1,8	2,4	2,7	3,8	3,1	4,6	6,3	3,2	3,4	3,7	5,4	5,1	6,2	6,7	9,4	8,5	7,9
8	12,4	7,8	8,9	6,6	8,4	6,9	1,8	0,0	3,1	5,9	4,6	6,9	5,4	3,2	3,9	4,1	5,3	4,6	6,0	7,8	4,7	4,9	5,2	6,9	6,6	7,7	8,2	10,9	10,0	9,3
9	10,6	6,0	7,2	4,9	6,6	5,1	1,6	3,1	0,0	4,2	2,9	5,1	3,6	1,5	2,1	2,4	3,6	2,8	4,3	6,0	2,9	3,1	3,5	5,1	4,8	5,9	6,4	9,1	8,2	7,6
10	11,5	6,9	8,0	5,7	6,1	6,0	4,5	5,9	4,2	0,0	0,8	1,9	3,0	3,0	2,3	3,2	4,4	3,7	5,1	5,4	2,3	2,5	2,9	4,5	4,2	5,3	5,8	8,5	7,6	7,0
11	10,2	5,6	6,7	4,4	5,9	4,7	3,2	4,6	2,9	0,8	0,0	1,7	2,9	1,7	1,7	1,9	3,1	2,4	3,8	5,3	2,4	2,4	2,7	4,3	4,1	5,2	5,7	8,4	7,4	6,8

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
12	12,6	8,0	9,1	6,8	7,0	7,0	5,5	7,0	5,3	1,9	1,7	0,0	4,0	4,1	3,4	4,3	5,5	4,7	6,2	6,4	3,3	3,5	3,8	5,5	5,2	6,3	6,8	9,5	8,6	7,9
13	11,0	6,4	7,5	5,2	5,9	5,5	4,0	5,4	3,7	3,0	2,9	4,0	0,0	2,5	1,8	2,7	3,9	3,1	4,6	2,6	2,3	0,5	1,9	1,6	1,6	2,4	4,9	5,0	5,5	3,4
14	9,5	4,9	6,0	3,7	5,5	4,0	1,8	3,2	1,5	3,0	1,7	4,0	2,5	0,0	1,0	1,2	2,4	1,6	3,1	4,9	1,8	2,0	2,3	3,9	3,7	4,8	5,3	8,0	7,0	6,4
15	9,4	4,8	6,0	3,7	4,8	3,9	2,4	3,9	2,1	2,3	1,7	3,3	1,8	1,0	0,0	1,2	2,4	1,6	3,1	4,2	1,1	1,3	1,6	3,2	3,0	4,1	4,6	7,3	6,3	5,7
16	7,8	3,1	4,3	2,0	5,7	2,2	2,7	4,1	2,4	3,2	1,9	4,2	2,7	1,2	1,2	0,0	0,7	0,7	1,4	5,1	2,0	2,2	2,5	4,2	3,9	5,0	5,5	8,2	7,3	6,6
17	7,2	2,6	3,7	1,4	6,9	1,6	3,8	5,3	3,6	4,4	3,1	5,4	3,9	2,4	2,4	0,7	0,0	1,1	1,7	6,3	3,2	3,4	3,7	5,3	5,1	6,2	6,6	9,4	8,4	7,8
18	8,1	3,5	4,7	2,4	6,1	2,6	3,1	4,6	2,8	3,7	2,4	4,6	3,1	1,6	1,6	0,7	1,1	0,0	0,8	5,5	2,3	2,6	2,9	4,6	4,3	5,4	5,9	8,6	7,7	7,1
19	8,8	4,2	5,4	3,0	3,7	3,3	4,6	6,0	4,3	5,1	3,8	6,1	4,6	3,1	3,1	1,4	1,7	0,8	0,0	3,1	3,8	4,1	2,2	4,9	3,8	5,2	3,5	6,2	5,3	4,6
20	13,3	8,7	9,9	7,6	3,0	7,8	6,3	7,8	6,0	5,4	5,3	6,4	2,6	4,9	4,2	5,1	6,3	5,5	3,1	0,0	2,6	2,7	1,5	2,4	1,3	2,7	1,9	3,3	2,6	1,7
21	10,2	5,6	6,8	4,4	3,2	4,7	3,2	4,7	2,9	2,3	2,2	3,3	2,3	1,8	1,1	2,0	3,2	2,4	3,9	2,6	0,0	1,8	1,0	3,8	3,5	4,6	3,0	5,7	4,8	4,2
22	10,5	5,9	7,0	4,7	4,6	4,9	3,5	4,9	3,2	2,5	2,4	3,5	0,5	2,0	1,3	2,2	3,4	2,6	4,1	2,7	1,8	0,0	1,4	2,0	1,7	2,8	4,4	5,1	6,1	3,5
23	10,8	6,2	7,3	5,0	2,2	5,2	3,7	5,2	3,5	2,9	2,7	3,8	1,9	2,3	1,6	2,5	3,7	2,9	2,2	1,5	1,0	1,4	0,0	3,4	3,1	4,2	1,9	4,6	3,7	3,1

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
24	12,4	7,8	9,0	6,6	5,7	6,9	5,4	6,9	5,1	4,5	4,3	5,5	1,6	3,9	3,2	4,2	5,3	4,6	4,9	2,4	3,8	2,0	3,4	0,0	1,4	2,0	6,0	4,7	5,3	3,2
25	12,1	7,5	8,7	6,4	4,6	6,6	5,1	6,6	4,8	4,2	4,1	5,2	1,6	3,7	3,0	3,9	5,1	4,3	3,8	1,3	3,5	1,7	3,1	1,4	0,0	2,2	4,9	3,7	4,2	2,1
26	13,2	8,6	9,8	7,5	4,6	7,7	6,2	7,7	5,9	5,3	5,2	6,3	2,4	4,8	4,1	5,0	6,2	5,4	5,2	2,7	4,6	2,8	4,2	2,0	2,2	0,0	4,8	3,6	4,2	2,1
27	13,7	9,1	10,3	7,9	1,8	8,2	6,7	8,2	6,4	5,8	5,7	6,8	4,9	5,3	4,6	5,5	6,6	5,9	3,5	1,9	3,0	4,4	1,9	6,0	4,9	4,8	0,0	5,3	2,0	3,7
28	16,5	11,9	13,0	10,7	5,0	10,9	9,4	10,9	9,2	8,5	8,4	9,5	5,0	8,0	7,3	8,2	9,4	8,6	6,2	3,3	5,7	5,1	4,6	4,7	3,7	3,6	5,3	0,0	2,0	1,6
29	15,5	10,9	12,1	9,7	3,1	10,0	8,5	10,0	8,2	7,6	7,4	8,6	5,5	7,0	6,3	7,3	8,4	7,7	5,3	2,6	4,8	6,1	3,7	5,3	4,2	4,2	2,0	2,0	0,0	3,1
30	14,9	10,3	11,5	9,2	3,5	9,4	7,9	9,4	7,6	7,0	6,8	7,9	3,4	6,5	5,8	6,7	7,9	7,1	4,6	1,7	4,2	3,5	3,1	3,2	2,1	2,1	3,7	1,6	3,1	0,0

Даний показник, що характеризує закономірності формування попиту на послуги МПТ [91, 92], фактично є випадковою величиною. Для знаходження закономірності її розподілу необхідно виконати трансформацію матрицю відстаней пересувань між TP міста з урахуванням даних матриці мережеских пасажирських кореспонденцій. За аналогією з (4.1) необхідно задіяти дві матриці. Однак, відмінність буде в наступному:

– сформована множина Θ буде мати більшу кількість елементів, ніж сума множин, що її формують, тобто:

$$|\Theta| > |T|, T \rightarrow L \cup H, \quad (4.5)$$

де Θ – множина, що відображає дані про дальність пересувань населення міста;

T – множина, що формується двома підмножинами H та L ;

– елементи множини Θ формуються на основі значень матриці L з їх дублюванням h разів на основі значень в матриці H . А саме, якщо взяти дальність пересування з матриці L , наприклад, з осередку «12» l_{12} (перший рядок другий стовпець), то для перенесення в матрицю Θ його необхідно продублювати h разів (значення h_{12}). За аналогією формуються всі інші значення для множини Θ .

В результаті для м. Охтирка множина має потужність 6308. Даний обсяг інформації досить великий і розрахункових здібностей програми *Statistica* не вистачить для визначення закону розподілу. У зв'язку з цим необхідно сформувати репрезентативну вибірку, на основі якої буде визначатися закон розподілу дальності пересування. Для забезпечення рівноймовірного влучання значень із сукупності Θ використовуємо випадкову величину, рівномірно розподілену в інтервалі (0; 1). Генерація випадкових чисел виконується в *MS Excel* з використанням функції «СЛЧИС». В результаті сформовано 10 вибірок, які схожі за обсягом і змістом. Середня кількість елементів в кожній вибірці склало 316 одиниць.

Гіпотеза про розподіл величини транспортної роботи перевіряється на основі критерію χ -квадрат:

$$\chi_0^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(n_j - \hat{n}_j)^2}{\hat{n}_j}, \quad (4.6)$$

де $n_j, \hat{n}_j$ – відповідно, частоти, отримані з теоретичних залежностей і емпіричним шляхом;

k – кількість рядів, од.

При використанні критерію згоди Пірсона особливої уваги заслуговує розрахунок числа ступенів свободи ν (*df – degree of freedom*), що виконується за формулою

$$\nu = k - p - 1, \quad (4.7)$$

де p – число статистик (параметрів закону розподілу), од.

Гіпотеза про розподіл випадкової величини по заданому закону відкидається, якщо $P(\chi^2) < 0,05$, при рівні статистичної значущості 0,05 [82].

На рис. 4.9 і 4.10 представлені гістограми розподілу дальностей пересування для м. Охтирка і м. Олександрія.

Як видно з рис. 4.9 і 4.10 гіпотеза про розподіл величини транспортної роботи за гамма законом не була відкинута, так як $P(\chi^2) > 0,05$.

Щільність ймовірності випадкової величини, розподіленої по гамма закону, має вигляд:

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha) \cdot \beta^\alpha} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-\frac{x}{\beta}}, \quad (4.8)$$

де $\Gamma(\alpha)$ – Гамма-функція Ейлера;

β, α – параметри гамма розподілу.

Змінна: Дальність пересування, Розподіл: Гамма

Колмогоров-Смірнов $d = 0,03361$,

Хі-Квадрат тест = 11,58555, $df = 7$, $p = 0,11504$

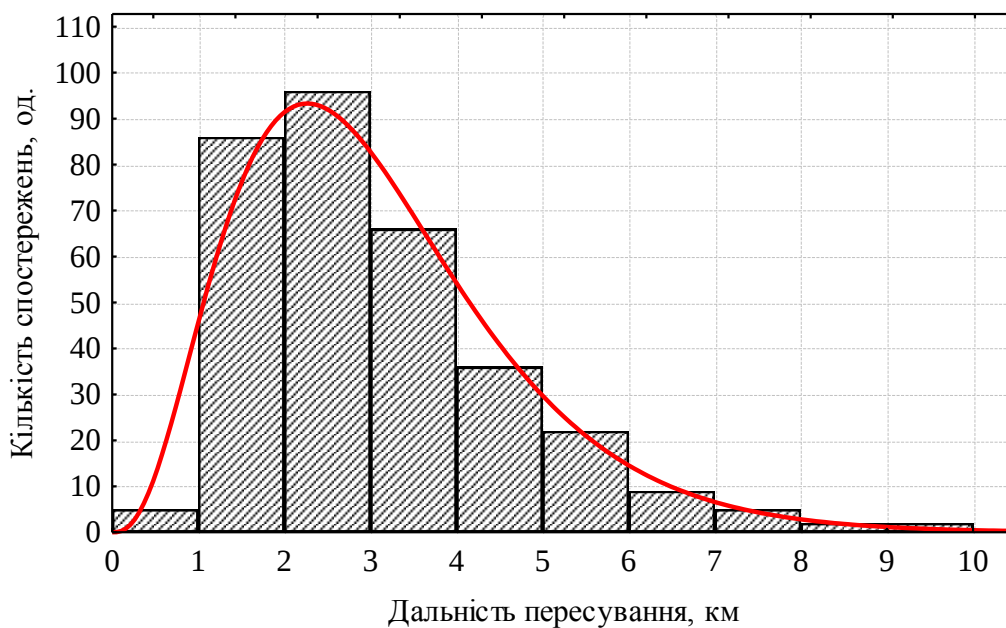


Рисунок 4.9 – Закономірність зміни дальності пересування по м. Охтирка

Змінна: Дальність пересування, Розподіл: Гамма

Колмогоров-Смірнов $d = 0,01740$,

Хі-Квадрат тест = 8,60585, $df = 7$, $p = 0,28221$

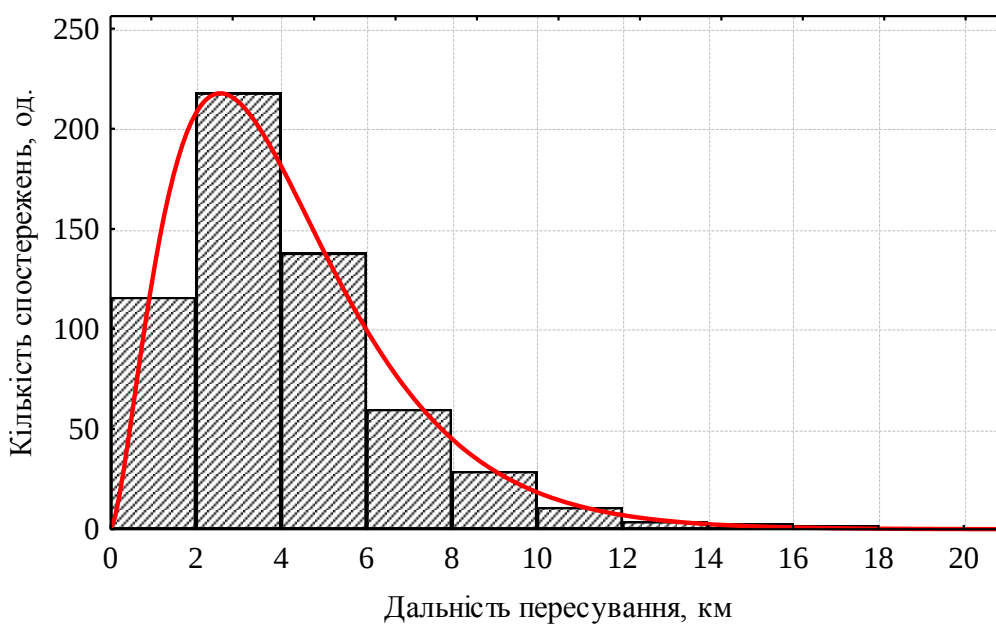


Рисунок 4.10 – Закономірність зміни дальності пересування по м. Олександрія

У табл. 4.5 представлені чисельні значення параметрів вище представлених розподілів.

Таблиця 4.5 – Чисельні значення параметрів розподілу дальності пересування пасажирів у м. Охтирка та Олександрія

Параметр	Значення	
	м. Охтирка	м. Олександрія
Математичне очікування, км	3,088	4,122
Дисперсія, км	2,903	7,513
Параметр форми	3,755	2,613
Параметр масштабу	0,822	1,596

Таким чином, отримані експериментальним шляхом результати відповідають результатам теоретичних досліджень [93–95], що підтверджує коректність розробленого методу формування маршрутних матриць і підсумкової мережевої матриці кореспонденцій.

4.3 Визначення ефекту від реалізації розробленої методики визначення попиту

Проведення натурних спостережень на маршрутній мережі завжди пов'язано з фінансовими витратами. Так як обстеження передбачає залучення кваліфікованих працівників, проведення попереднього інструктажу, очевидно, для реалізації даних заходів необхідно понести матеріальні витрати. Безумовно, їх необхідно мінімізувати, але за умови збереження достовірності та репрезентативності отриманих даних. В рамках розробленої методики існує можливість зниження кількості спостережень на ММ, що дозволяє скоротити чисельність задіяних обліковців. На першому етапі необхідно оцінити рівень

помилки вибіркового обстеження, використовуючи моделі з розділу 2.1 даної роботи. Визначення шуканого показника виконується в наступній послідовності:

- формується масив даних про обстежену і фактичну кількість рейсів на маршрутах;
- виконується розрахунок коефіцієнта рівня вибіркової обстеження по кожному маршруту, використовуючи залежність (2.5);
- отримане значення коефіцієнта зводиться в квадрат;
- по кожному маршруту визначається сумарна кількість кореспонденцій, які отримані в результаті вибіркового обстеження на маршруті;
- визначається необхідний рівень довірчої ймовірності і відповідний їй квантиль ймовірності (табл. 2.1);
- виконується розрахунок елементів моделі (2.13), чисельник і знаменник, відповідно;
- робиться оцінка рівня помилки вибіркового спостереження.

Чисельні значення показників, отриманих за описаними вище процедурами, представлені в табл. 4.3 (на прикладі м. Охтирка). При рівні довірчої ймовірності 0,95 (достатнє значення при вирішенні питань в транспортній сфері) квантиль ймовірності становить 1,645. Виконавши підсумовування значень за двома останніми стовпцями в табл. 4.6, можна дати оцінку рівню помилки проведеного вибіркового обстеження в м. Охтирка:

$$\delta^a = \frac{1,645 \cdot \sqrt{26515,1}}{6761} \cdot 100 = 3,96 \approx 4\%.$$

Отримане значення прийнятно при проведенні натурних обстежень перевезення пасажирів на маршрутній мережі міста [96–98].

Отже, незважаючи на скорочення кількості обстежених рейсів на маршрутній мережі м. Охтирка збережено достатня точність отриманих даних про пересування населення. Внаслідок цього, існує можливість визначити економічний ефект від зменшення фонду робочого часу при обстеженні маршрутної мережі.

Таблиця 4.6 – Чисельні значення параметрів моделі помилки вибіркового обстеження

Номер маршруту	Кількість рейсів, од.	Кількість обстежених рейсів, од.	Коефіцієнт вибіркового обстеження	Квадрат коефіцієнта вибіркового обстеження	Сума кореспонденцій, зафіксованих при обстеженні, пас.	Додаток суми кореспонденцій і квадрата коефіцієнта обстеження	Додаток коефіцієнта вибіркового обстеження та суми кореспонденцій
1	2	3	4	5	6	7	8
1	22	6	3,7	13,69	91	1245,79	336,7
1A	54	4	13,5	182,25	16	2916	216
2	40	6	6,7	44,89	37	1660,93	247,9
2A	40	4	10	100	25	2500	250
3A	18	12	1,5	2,25	265	596,25	397,5
4	20	12	1,7	2,89	280	809,2	476
5	16	8	2	4	146	584	292
5A	18	4	4,5	20,25	48	972	216
6	18	10	1,8	3,24	136	440,64	244,8
7	14	8	1,8	3,24	121	392,04	217,8
8	52	10	5,2	27,04	43	1162,72	223,6
9	18	10	1,8	3,24	137	443,88	246,6

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5	6	7	8
10	18	8	2,3	5,29	100	529	230
11A	20	6	3,3	10,89	67	729,63	221,1
11	20	6	3,3	10,89	44	479,16	145,2
13	20	4	5	25	67	1675	335
14	30	6	5	25	52	1300	260
15	30	4	7,5	56,25	29	1631,25	217,5
16	20	8	2,5	6,25	104	650	260
17	20	12	1,7	2,89	224	647,36	380,8
18	18	8	2,3	5,29	100	529	230
20	18	4	4,5	20,25	36	729	162
22	20	8	2,5	6,25	104	650	260
23	36	6	6	36	46	1656	276
24	18	4	4,5	20,25	38	769,5	171
25	20	6	3,3	10,89	75	816,75	247,5

В якості базового показника для оцінки соціального ефекту пропонується використовувати сумарну трудомісткість обстеження:

$$\Delta T = \sum_{i=1}^M t_{pi} \cdot n_{pi} - \sum_{i=1}^M t_{pi} \cdot n'_{pi}, \quad (4.9)$$

де t_{pi} – час рейсу на i -му маршруті, год;

n_{pi} – кількість планових рейсів на i -му маршруті, од.;

n'_{pi} – кількість охоплених вибіркоvim обстеженням рейсів на i -му маршруті, од.

Чисельні значення для розрахунків беруться з табл. 4.7.

$$\Delta T = 239,48 - 75,12 = 164,36 \text{ люд.-год.}$$

Таблиця 4.7 – Характеристика трудомісткості обстежень за маршрутами в м. Охтирка

Номер маршруту	Кількість рейсів за паспортом, од.	Кількість обстежених рейсів, од.	Час рейсу, год.	Загальна трудомісткість, люд.-год.	Достатня трудомісткість, люд.-год.
1	2	3	4	5	6
1	22	6	0,42	9,24	2,52
1А	54	4	0,42	22,68	1,68
2	40	6	0,25	10	1,5
2А	40	4	0,25	10	1
3А	18	12	0,5	9	6
4	20	12	0,42	8,4	5,04
5	16	8	0,42	6,72	3,36
5А	18	4	0,42	7,56	1,68
6	18	10	0,42	7,56	4,2

Продовження табл. 4.7

1	2	3	4	5	6
7	14	8	0,5	7	4
8	52	10	0,25	13	2,5
9	18	10	0,47	8,46	4,7
10	18	8	0,42	7,56	3,36
11A	20	6	0,42	8,4	2,52
11	20	6	0,5	10	3
13	20	4	0,42	8,4	1,68
14	30	6	0,2	6	1,2
15	30	4	0,25	7,5	1
16	20	8	0,42	8,4	3,36
17	20	12	0,5	10	6
18	18	8	0,42	7,56	3,36
20	18	4	0,42	7,56	1,68
22	20	8	0,42	8,4	3,36
23	36	6	0,42	15,12	2,52
24	18	4	0,42	7,56	1,68
25	20	6	0,37	7,4	2,22

Ефективність запропонованого методу проведення вибіркового обстеження визначається:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^M t_{pi} \cdot n_{pi} - \sum_{i=1}^M t_{pi} \cdot n'_{pi}}{\sum_{i=1}^M t_{pi} \cdot n_{pi}} \cdot 100, \quad (4.10)$$

$$E = \frac{239,48 - 75,15}{239,48} \cdot 100 = 68,63 \, \%.$$

Оцінне значення ефективності показує, що використання розробленої методики визначення попиту значно скорочує трудомісткість. При цьому отриманий ефект в людино-годинах можна уявити в необхідній кількості обліковців. Обстеження повинно проходити в стислі терміни, як правило, за один тиждень (за 5-6 днів). При цьому, згідно з процедурою, для проведення обстежень необхідно визначити достатню кількість обліковців [99], чисельність яких повинна дозволити охопити всю ММ виходячи з плану і мети обстеження. Середня тривалість робочого дня одного обліковця з урахуванням його змінюваності для відпочинку становить 6 годин. У зв'язку з цим кількість обліковців для суцільного і вибіркового обстежень, на прикладі м. Охтирка, має становити:

$$K_v = \frac{T_v}{t_{зм} \cdot n_{днів}}, \quad (4.11)$$

де K – кількість обліковців при v -м варіанті обстеження, осіб;

T_v – трудомісткість v -го виду обстеження, люд.-год.;

$t_{зм}$ – час зміни одного обліковця, год.;

$n_{днів}$ – кількість днів обстеження, дн.

$$K_{\text{суцільне}} = \frac{239,48}{6 \cdot 5} = 8 \text{ осіб},$$

$$K_{\text{вибіркове}} = \frac{75,12}{6 \cdot 5} = 3 \text{ осіб}.$$

Таким чином, скорочення в кількості необхідних обліковців при варіанті вибіркового обстеження, на прикладі м. Охтирка, становить 5 чоловік, що в відносних величинах становить 62 %. Отримані показники вказують, що запропонована методика проведення вибіркового обстеження дозволяє значно скоротити трудомісткість робіт при збереженні допустимої достовірності результуючих даних.

4.4 Методика визначення попиту на послуги МПТ і розробка рекомендацій щодо практичної реалізації результатів дослідження

Формування МПК – процес досить трудомісткий, що вимагає виконання великої кількості процедур. Незважаючи на це, існує можливість упорядкування всіх дій, визначення їх послідовності або синхронності виконання. Згідно [90], сукупність операцій, розміщених в певній послідовності, при виконанні якої досягається поставлена мета, є методикою. У зв'язку з цим описані нижче операції будуть представляти розроблену методику визначення МПК в середніх містах.

Першим етапом є вивчення маршрутної мережі, визначення режимів роботи транспортних засобів, ознайомлення з паспортами маршрутів з наданням уваги таким атрибутам [100 –115]:

- час рейсу;
- протяжність маршруту;
- графік руху транспортних засобів;
- місткість транспортних засобів;
- тип маршрутів (радіальний, діаметральний, кільцевий і т.д.).

Другим етапом є розробка плану обстеження, який включає в себе:

- визначення необхідних термінів проведення обстеження;
- призначення періодів, в які буде проходити обстеження. В рамках даного пункту рекомендується охоплення всіх трьох періодів (ранковий, вечірній пік і денний між піковий). При цьому раціонально розподіляти зусилля в процентному співвідношенні 40–20–40, тобто на міжпіковий період має уходити 20 % усіх зусиль (період меншої кількості обліковців на мережі для відпочинку бригад);
- визначення необхідної кількості обліковців;
- оцінка необхідної кількості вимірів по кожному маршруту для виконання умови допустимої помилки спостереження.

Паралельно другого етапу може виконуватися третій етап, який включає в себе процедури моделювання маршрутної мережі, а саме:

- призначення вузлів;
- призначення зон зупинок;
- призначення відрізків;
- вказівка трас маршрутів;
- формування транспортних районів;
- формування масиву даних перевізників.

Четвертий етап це безпосередньо проведення вибіркового обстеження на маршрутній мережі середнього міста.

П'ятий етап є попереднім перед формуванням матриці мережових кореспонденцій. Він включає в себе наступне:

- аналіз виконуваних зупинок по маршрутам і визначення їх приналежності до тарифних зупинок (якщо обслуговування виконується в режимі «маршрутне таксі»);
- визначення рейсових пасажиропотоків;
- обробка даних про місткості ЗП у програмному продукті *Statistica* з метою визначення чисельних значень параметра розподілу Пуассона;
- моделювання місткостей ЗП для необстежених рейсів;
- моделювання рейсових матриць кореспонденцій;
- на основі рейсових матриць кореспонденцій формуються добові маршрутні матриці кореспонденцій;
- трансформація добових маршрутних матриць кореспонденцій в елементи мережевої матриці кореспонденцій;
- формування мережевої матриці кореспонденцій.

Схематично основні блоки процесу формування матриці кореспонденцій представимо на рис. 4.4.



Рисунок 4.13 – Послідовність операцій при формуванні матриці мережових кореспонденцій

Висновки по четвертому розділу

1. Інформація про закономірності формування місткостей зупиночних пунктів і параметри закону розподілу служить основою для імітаційного моделювання пасажирообміну зупиночних пунктів і рейсових матриць кореспонденцій з подальшим їх агрегуванням в одну матрицю мережових кореспонденцій. В якості базових значень, що характеризують кількісні характеристики попиту, приймаються чисельні значення параметрів розподілу Пуассона, які визначаються шляхом вибірових замірів на маршрутній мережі середнього міста.

2. Визначено, що дальність пересування пасажирів по мережі розподіляється за гамма законом, що відповідає результатам досліджень інших авторів в даній області. Це є підтвердженням коректності розробленої методики отримання матриці мережових кореспонденцій, яка базується на результатах вибірового обстеження табличним методом. Знайдені закономірності розподілу поїздок пасажирів по території середнього міста можуть бути використані для виконання оцінок ефективності функціонування маршрутних мереж, а також для формування раціональних варіантів транспортного обслуговування населення середніх міст громадським пасажирським транспортом.

3. Розроблена методика визначення попиту на послуги міського пасажирського транспорту включає в себе механізм оцінки рівня помилки вибірового обстеження і гарантує можливість скорочення кількості натурних вимірів для збору первинної інформації з метою побудови матриці мережових кореспонденцій. При цьому значно знижується трудомісткість обстеження зі збереженням заданого рівня достовірності інформації, що збирається. Так, при проведенні обстеження на маршрутній мережі м. Охтирка досягнуто скорочення трудомісткості на 68,6 %.

Матеріали по даному розділу представлені в науковій роботі [6].

ВИСНОВКИ

1. Аналітичний огляд літературних джерел дозволив виділити існуючі тенденції розвитку методів визначення попиту на послуги міського пасажирського транспорту та визначити, що найбільш точним і надійним способом отримання даних про попит на пересування є суцільне натурне обстеження на маршрутній мережі табличним методом. Але його застосування обмежено розміром міста та кількістю пересувань в маршрутній мережі, що робить можливим повне його застосування лише в малих містах. Виявлено, що для великих міст, де закономірності розселення населення можуть вважатися стійкими, широко використовується група апріорних моделей, які, однак, не можуть гарантувати високої точності результатів моделювання. Точність апріорних моделей швидко знижується при зменшенні кількості населення міста та не може вважатися прийнятною для середніх міст. Потрібна розробка та обґрунтування нового методу прогнозування попиту на послуги громадського транспорту середніх міст, які базуються на результатах вибіркового обстеження роботи всіх міських маршрутів.

2. Проведені теоретичні дослідження попиту на послуги міського пасажирського транспорту показали, що мережеву матрицю пасажирських кореспонденцій можна формувати на основі двох компонент: кінцевої множини матриць маршрутних кореспонденцій та коефіцієнта пересадковості. Складові обох компонент визначаються на основі результатів натурних обстежень пасажирообміну на маршрутній мережі, як найбільш достовірних та надійних характеристик транспортного обслуговування населення середніх міст.

3. Обґрунтовано методику проведення вибіркового обстеження пасажиропотоків табличним методом на маршрутах наземного пасажирського транспорту, яка ґрунтується на статистичній обробці результатів натурних обстежень та побудові інтервалів довірчої ймовірності для величин

пасажирських кореспонденцій, що слугують основою для скорочення кількості спостережень по маршрутах. Це можливо виконати шляхом оцінки рівня помилки результатів вибірових обстежень та порівняння його з критичним, що задається виходячи з необхідного рівня довірчої ймовірності. Таким чином сформовано методику не тільки технології проведення обстежень на маршрутній мережі середнього міста, а і формування потрібної кількості замірів для забезпечення заданого рівня достовірності результуючих даних.

4. Розроблений та програмно реалізований підхід до локалізації місць пересадок на маршрутній мережі, що базується на даних про рейсові значення пасажирообміну зупиночних пунктів і результатах аналізу дублювання або перетину між трасами маршрутів. Міста пересадки пасажирів визначаються серед зупиночних пунктів, що обслуговуються більш ніж одним маршрутом, із великими значеннями пасажирообміну, які можуть бути пояснені статистично значимими коливаннями цих показників в рамках загальної сукупності значень пасажирообміну за рейс по кожному з маршрутів, що мають перетин або перелік спільних зупиночних пунктів, та однією з умов виникнення чого є виконання пересадок.

5. Розроблено імітаційну модель формування матриці мережових кореспонденцій для середніх міст, яка базується на генерації місткостей зупиночних пунктів за законом Пуассона з використанням значень параметру лямбда та подальшим їх ймовірнісним розподілом в виді поїздом між зупиночними пунктами маршрутами. Змодельовані матриці маршрутних кореспонденцій агрегуються у мережеву шляхом їх трансформації по приналежності зупиночних пунктів до транспортних районів. Для виконання цієї процедури розроблено циклічний алгоритм, входними параметрами якого є інформація про кількість транспортних районів, матриця маршрутних кореспонденцій та відповідність номерів зупиночних пунктів номерам транспортних районів.

6. Розроблено методику визначення попиту на послуги маршрутного пасажирського транспорту середніх міст, що передбачає проведення вибіркового обстеження на маршрутній мережі табличним методом та подальшим імітаційним моделюванням матриць маршрутних кореспонденцій. При цьому доказано, що при формуванні матриці мережових кореспонденцій немає необхідності враховувати коефіцієнт пересадковості, так як його значення є занадто малим (1,005 для м. Охтирка та 1,004 для м. Олександрія). Реалізація розробленої методики дозволяє скоротити трудомісткість обстеження та формування даних про попит на послуги маршрутного пасажирського транспорту на 68,6 % (на прикладі м. Охтирка) в порівнянні з проведенням суцільного обстеження маршрутів міського транспорту в середньому місті України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гончаренко С. Ю. Дослідження закономірності зміни тривалості часу очікування пасажирами маршрутних транспортних засобів / С. Ю. Гончаренко, О. В. Россолов, В. М. Чижик // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2013. – №5 (194). – Ч. 1. – С. 67–70.
2. Гончаренко С. Ю. Современные проблемы моделирования матриц пассажирских корреспонденций в средних городах / С. Ю. Гончаренко // Вісник національного технічного університету «ХПІ». – 2013. – №56. – С. 83–88.
3. Горбачев П. Ф. Модифицированный метод табличного обследования пассажирских корреспонденций в средних городах / П. Ф. Горбачев, А. В. Россолов, С. Ю. Гончаренко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2014. – Вып. 34. – С. 101–104.
4. Гончаренко С. Ю. Моделирование мест пересадок пассажиров на маршрутной сети общественного транспорта в средних городах / С. Ю. Гончаренко, П. Ф. Горбачев, А. В. Россолов // Комунальне господарство міст. Серія : Технічні науки та архітектура. – 2014. – №116. – С. 103–107.
5. Gorbachov P. Simulation procedure of origin-destination matrix based on sample survey results on passenger route network / P. Gorbachov, A. Rossolov, S. Goncharenko // Automobile transport: collection of scientific papers. – 2015. – Vol. 36. – P. 111–118.
6. А.с. Методика формування матриці пасажирських кореспонденцій в середніх містах / С. Ю. Гончаренко (Україна). – № 62876; зареєстровано 10.12.2015.
7. Гончаренко С. Ю. Дослідження закономірності зміни тривалості часу очікування пасажирами маршрутних транспортних засобів / С. Ю. Гончаренко // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики». – 2013. – С. 44–45.
8. Гончаренко С. Ю. Моделирование маршрутных пассажирских корреспонденций на основе результатов табличного обследования /

С. Ю. Гончаренко // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики». – 2014. – С. 10–12.

9. Гончаренко С. Ю. Визначення місць пересадки пасажирів при користуванні міським транспортом в великих містах / С. Ю. Гончаренко // Матеріали III науково-практична конференція «Професійний менеджмент в сучасних умовах розвитку ринку». – 2014. – С. 71–73.

10. Гончаренко С. Ю. Надійність та достовірність даних вибіркового обстеження на маршрутній мережі середнього міста / С. Ю. Гончаренко // Матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання». – 2015. – С. 178–180.

11. Максимов А. Б. Транспортная инфраструктура регионов / А. Б. Максимов // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2007. – №1. – С. 30–32.

12. Спирин И. В. Перевозки пассажиров городским транспортом: справ. пособ. / И. В. Спирин. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2004. – 413 с.

13. Про транспорт: Закон України від 10 листопада 1994 р. – № 232/94-ВР / Відомості Верховної Ради. – 1994. – № 51. – 446 с. – (Бібліотека ХНАДУ).

14. Коцюк А. Я. Совершенствование автобусных маршрутных систем в крупных и крупнейших городах: автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / А. Я. Коцюк. – К., 1990. – 20 с.

15. ДБН 360-92 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений, с учетом изменений №4 – №10 с разрешения Госстроя Украины (письмо от 19.03.2002 г. №1/52 – 170) [Электронный ресурс] / Украина строительная. – Режим доступа: \WWW/ URL: <http://www.budinfo.com.ua/dbn/15.htm/> – Загл. с экрана.

16. Ковтун В. В. Города Украины: экономико-географический справочник / В. В. Ковтун, А. В. Степаненко. – К.: Выща шк., 1990. – 279 с.

17. Афанасьев Л. Л. Единая транспортная система / Л. Л. Афанасьев, Н. Б. Островский, С. М. Цукерберг. – М.: Транспорт, 1984. – 333 с.

18. О параметрах качества обслуживания населения города Казани наземным городским пассажирским транспортом общего пользования: Постановление Казанской городской думы от 20 апреля 2006 г. №26-8. – 2006. – 5 с.

19. Медведева И. А. Тенденции и стратегия социально-экономического развития малых и средних городов региона (на примере Пермской области и Коми-Пермяцкого автономного округа): автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. эконом. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (региональная экономика)» / И. А. Медведева. – Екатеринбург, 2004. – 24 с.

20. Quarmby D. A. Choice of travel mode for the journey to work / D. A. Quarmby // Journal of Transport Economics and Policy. – 1967. – Vol. 1, № 3. – P. 273–314.

21. Мальгин А. Н. Разработка и исследование моделей многоцелевых передвижений населения в транспортной сети: автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 01.01.11 «Системный анализ и автоматическое управление» / А. Н. Мальгин. – М., 1988. – 20 с.

22. Мальгин А. Н. Расчет пассажирских корреспонденций в городах с учетом их возможной реализации на транспортной сети / А. Н. Мальгин // Моделирование процессов управления транспортными системами, тезисы докладов всесоюзной конференции. – 1977. – С. 35–38.

23. Россолов О. В. Удосконалення інтервальної концепції визначення попиту на послуги пасажирського маршрутного транспорту в великих містах: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / О.В. Россолов. – Х., 2012. – 20 с.

24. Порядок проведення конкурсу на перевезення пасажирів на автобусному маршруті загального користування : Постанова КМУ від 29 січня 2003 р. № 139 / Офіц. вісник України. – 2003. – № 6. – С. 60–65.

25. Брайловский Н. О. Моделирование функциональных транспортных связей крупного города / Н. О. Брайловский, В. М. Беленов // Экономика и математические методы. – 1977. – Том 13, № 4. – С. 672–681.

26. Про внесення змін до Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту: Постанова КМУ від 26 вересня 2007 р. № 1184 / Офіц. вісник України. – 2007. – № 75. – С. 5–23.

27. Гришин В. К. Статистические методы анализа и планирования экспериментов / В. К. Гришин. – М.: Издательство Московского университета, 1975. – 128 с.

28. Буткявічус Й. П. Практичні рекомендації щодо удосконалення організації планування та управління місцевими пасажирськими перевезеннями / Й. П. Буткявічус, В. П. Старовойда // Вісник Національного транспортного університету. – 2003. – Вип. 8. – С. 135–137.

29. Котик В. О. Державне регулювання підвищення ефективності функціонування пасажирських перевезень: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук: спец. 08.00.03 «Економіка та управління національним господарством» / В. О. Котик. – Х., 2008. – 20 с.

30. Петровська С. І. Необхідність підвищення якості обслуговування пасажирів на міському пасажирському транспорті / С. І. Петровська // Вісник Національного транспортного університету. – 2003. – Вип. 8. – С. 230–234.

31. Пінчук С. О. Підвищення якості обслуговування населення на основі оптимізації маршрутної мережі / С. О. Пінчук // Вісник Національного транспортного університету. – 2003. – Вип. 8. – С. 234–237.

32. Лежнева О. І. Ефективність експресних маршрутних перевезень пасажирів у найбільших містах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / О. І. Лежнева. – Х., 2007. – 20 с.

33. Правдин Н. В. Прогнозирование пассажирских потоков: Методика, расчеты, примеры / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей. – М.: Транспорт, 1980. – 222 с.

34. Руководство по проведению транспортных обследований в городах / А. Е. Роговин, Ф. Г. Глик, З. Н. Козловская и др. – Сектор транспортных систем БелНИИП градостроительства. – Минск. – 2014. – 88 с.

35. Біліченко В. В. Проблеми та перспективи розвитку міських пасажирських перевезень / В. В. Біліченко, Б. В. Сломнюк // Вісник

Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2013. – №5 (194). – Ч. 2. – С. 35–38.

36. Заблоцкий Г. А. Определение функциональных связей и территориального развития систем расселения: методические рекомендации / Г. А. Заблоцкий. – К.: Киев-НИИПград, 1976. – 92 с.

37. Проблемы подвижности городского населения / Под ред. М. И. Каган. – М.: ЦНТИ по градостроительству и архитектуре, 1974. – 35 с.

38. Мягков В. Н. Математическое обеспечение градостроительного проектирования / В. Н. Мягков, Н. С. Пальчиков, В. П. Федоров. – Л.: Наука, 1989. – 145 с.

39. Ефремов В. С. Теория городских пассажирских перевозок: учеб. пособ. для вузов / В. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин. – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.

40. Минц А. А. Опыт экономико-географической типологии советских городов / А. А. Минц, Б. С. Хореев // Вопросы географии. – 1959. – № 45. – С. 72–88.

41. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов: учеб. для вузов / Е. М. Лобанов. – Москва: Транспорт, 1990. – 240 с.

42. Сорокин А. А. Моделирование городских пассажирских перевозок : автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. экон. наук: спец.: 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» / А. А. Сорокин. – С., 2005. – 29 с.

43. Вланина М. М. Совершенствование системы общественного обслуживания населения в структуре жилой застройки крупнейших городов (на примере Ленинграда): автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)» / М. М. Вланина. – Л., 1972, – 19 с.

44. Касумов Ф. А. Исследование транспортно-планировочных факторов, определяющих затраты времени на передвижения : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» / Ф. А. Касумов. – Л., 1973. – 19 с.

45. Доля В. К. Методы организации перевозок пассажиров в городах / В. К. Доля. – Х.: Основа, 1992. – 144 с.
46. Мерлен П. Город. Количественные методы изучения: перевод с французского Парчевского О. К. / П. Мерлен. – М.: Прогресс, 1977. – 264 с.
47. Заблоцкий Г. А. Методы расчета потоков пассажиров и транспорта в городах / Г. А. Заблоцкий; под ред. А. К. Старинкевич. – М. : ЦНТИ по граЗал. строит. и архит., 1968. – 92 с.
48. Brown L. A. The intra-urban migration process. A perspective / L. A. Brown, E. G. Moore // General System. – 1970. – Vol. 15. – P. 109–122.
49. Moore E. G. Urban acquaintance fields: an evolution of a spatial model / E. G. Moore, L. A. Brown // Environment and Planning. – 1970. – № 4. – P. 443–454.
50. Проблемы транспортных систем: монография / Под ред. В. К. Доли. – Харьков: ХГАДТУ, 1999. – 100 с.
51. Fratar T. J. Vehicular Trip Distribution by Successive Approximation / T. J. Fratar // Traffic Quarterly. – 1954. – № 8. – P. 53–65.
52. Булычева Н. В. Расчет пассажиропотоков и оптимизация параметров маршрутных схем / Н. В. Булычева, В. П. Федоров // Математические методы в управлении городскими транспортными системами. – 1979. – С. 65–90.
53. Ortuzar J. de D. Modelling transport. Third edition / J. de D. Ortuzar, L. G. Willumsen. – John Wiley & Sons Ltd. 2006, – 499 p.
54. Автоматизация управления транспортными системами / А. П. Артынов, В. Н. Ембулаев, А. В. Пупышев, В. М. Скалецкий. – М.: Наука, 1984. – 274 с.
55. Заблоцкий Г. А. Транспорт в городе / Г. А. Заблоцкий. – К.: Будивельник, 1986. – 96 с.
56. Лозе Д. Моделирование транспортного предложения и спроса на транспорт для пассажирского и служебного транспорта – обзор теории моделирования / Д. Лозе // Сборник докладов 7-й меЗал.унар. конф. «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах». – 2006. – С. 170–186.
57. Марунич В. С. Обґрунтування побудови пасажирських маршрутних систем міст: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / В. С. Марунич. – К., 1996. – 20 с.

58. Шаров М. Г. Совершенствование метода оценки транспортного спроса на перевозки городским пассажирским транспортом: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / М. Г. Шаров. – И., 2008. – 20 с.

59. Кузькін О. Ф. Моделювання пасажирських кореспонденцій у системах міського маршрутного транспорту загального користування / О. Ф. Кузькін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – №5. – С. 79–82.

60. Горбачов П. Ф. Нова концепція моделювання потреб населення у трудових пересуваннях міським пасажирським транспортом / П. Ф. Горбачов // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2009. – № 27. – С. 210–214.

61. Любий Є. В. Визначення попиту на пересування населення малих міст маршрутним пасажирським транспортом: автореф. дис. здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / Є. В. Любий. – Х., 2012. – 22 с.

62. Горбачов П. Ф. Оцінка впливу транспортних факторів на результати вибору людиною робочого місця / П. Ф. Горбачов // Вестник ХНАДУ. – 2008. – Вып. 43. – С. 86–91.

63. Вдовиченко В. О. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / В. О. Вдовиченко. – К., 2004. – 20 с.

64. Моисеев Н. Н. Методы оптимизации / Н. Н. Моисеев, Ю. П. Иванилов, Е. М. Столярова – М.: Наука, 1978. – 352 с.

65. Погребняк Е. Б. Анализ методов формирования матрицы корреспонденций транспортной сети города / Е. Б. Погребняк, Н. И. Самойленко // Коммунальное хозяйство городов. Вестник Харьковской национальной академии городского хозяйства. – 2006. – № 69. – С. 121–126.

66. Дубровский В. В. Функция тяготения населения по трудовым целям / В. В. Дубровский // Автомобильный транспорт: сб. еауч. тр. – 2001. – №6. – С. 22–24.

67. Проблемы подвижности городского населения / Под ред. М. И. Каган – М.: ЦНТИ по градостроительству и архитектуре, 1974. – 35 с.

68. Огай В. С. Модели анализа пассажиропотоков на маршрутах городского транспорта: автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» / В. С. Огай. – Т., 1978. – 20 с.

69. Лагереv Р. Ю. Методика оценки матриц корреспонденций транспортных потоков по данным интенсивности движений: автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Р. Ю. Лагереv. – В., 2007. – 17 с.

70. Мягков В. Н. Об условии применения гравитационной модели для прогнозирования матрицы пассажирских корреспонденций / В. Н. Мягков // Моделирование процессов управления транспортными системами, тезисы докладов всесоюзной конференции. – 1977. – С. 42–44.

71. Григоров М. А. Інформаційне забезпечення для моделювання та керування транспортними потоками у великих містах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.13.06 «Інформаційні технології» / М. А. Григоров. – О., 2005. – 18 с.

72. Лозе Д. Моделирование транспортного предложения и спроса на транспорт для пассажирского и служебного транспорта – обзор теории моделирования / Д. Лозе // Сборник докладов 7-й меЗал.унар. конф. «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах». – 2006. – С. 170–186.

73. Гульчак О. Д. Підвищення ефективності міських пасажирських перевезень на основі удосконалення організації руху автобусів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / О. Д. Гульчак. – К., 2005. – 20 с.

74. Миротин Л. Б. Логистика: общественный пассажирский транспорт / Л. Б. Миротин, Ы. Э. Ташбаев, В. Д. Герами. – М.: Экзамен, 2003. – 224 с.

75. Трудовые связи в крупном городе / Н.Я. Мижега, С. С. Мохначук, Н. Д. Пистун, В. М. Юрковский, В. Н. Пересекин. – К. : Вища школа. Головное издательство, 1984. – 152 с.

76. Горбачёв П. Ф. Влияние условий передвижения на выбор пары «жильё-работа» / П. Ф. Горбачёв, А. В. Россолов // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2007. – Вып. 21. – С. 64–68.

77. Горбачёв П. Ф. Интервальное моделирование спроса на трудовые передвижения в крупнейших городах / П. Ф. Горбачёв, А. В. Россолов, К. В. Костенко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2011. – № 159. – С. 248–253.

78. Winston C. The Demand for Transportation : Models and Applications / C. Winston, K. A. Small. – С.: Univesity of California, 1998. – 51 p.

79. Ефремов И. С. Городской пассажирский транспорт и АСУ транспорта. Часть первая. Теория городских пассажирских перевозок и АСУ городского транспорта / И. С. Ефремов, Г. А. Гольц. – М.: Издательство МЭИ, 1976. – 196 с.

80. Шелейховский Г. В. Композиция городского плана как проблема транспорта / Г. В. Шелейховский. – М.: Издательство «ГИПРГОР», 1946. – 129 с.

81. Вентцель Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М.: Наука, 1988. – 480 с.

82. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений / А. К. Митропольский. – М.: Наука, 1971. – 576 с.

83. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособ.; 12-е изд., перераб. / В. Е. Гмурман. – М.: Высшее образование, 2006. – 479 с.

84. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука. – 1974. – 832 с.

85. Горбачов П. Ф. Комплексна оцінка функціонування маршрутної мережі міста Кривий Ріг / П. Ф. Горбачов, В. О. Вдовиченко, О. В. Россолов, О. С. Колій // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 38. – С. 4–7.

86. Кравченко Е. Е. Повышение качества обслуживания населения за счет использования служебного автобусного транспорта на муниципальной

маршрутної сети: автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук : спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Е. Е. Кравченко. – В., 2006, – 19 с.

87. Горбачев П. Ф. Основы теории транспортных систем: учеб, пособие / П. Ф. Горбачев, И. А. Дмитриев. – Х.: ХНАДУ, 2002. – 202 с.

88. Горбачов П. Ф. Підхід до оцінки раціональної площі транспортного району у моделі громадського пасажирського транспорту міста / П. Ф. Горбачов, І.Г. Гузненков // Автомобільний транспорт: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 26. – С. 96–100.

89. Горбачов П. Ф. Розрахунок мінімальної площі транспортного району для моделі функціонування пересадочних вузлів міста / П. Ф. Горбачов, І. Г. Гузненков // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2011. – №159. – С. 45–49.

90. Наукове дослідження: організація, методологія, інформаційне забезпечення: навч. посіб / В. Л. Пілюшенко, І. В. Шкрабак, Е. І. Славенко. – К.: Лібра, – 2004. – 344 с.

91. Шелейховский Г.В. Композиция городского плана как проблема транспорта / Г.В. Шелейховский – М.: Государственный институт проектирования городов «ГИПРОГОР», 1946. – 132 с.

92. Свічинський С. В. Формування функцій розселення міського населення для визначення потреб у перевезеннях громадським транспортом: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / С. В. Свічинський. – Х., 2015. – 22 с.

93. Горбачов П.Ф. Закономірності просторових характеристик маршрутного транспорту міст / П.Ф. Горбачов, П.С. Кабелянц, С.В. Свічинський // Автомобільний транспорт: сб. науч. тр. – 2012. – Вып. 30. – С. 118–122.

94. Horbachev P. Interval Approach to Transport Demand Determining Based on Intra-City Trip Length Distribution Curve / P. Horbachev, S. Svichynskyi // Trip Model-ling and Travel Forecasting: Research and Technical Papers of Polish Association for Transportation Engineers in Cracow (Proceedings of 4th scientific-

technical conference «Modelling 2014»), 12–13th June 2014, Cracow / Politechnika Krakowska. – Cracow: PK, 2014. – P. 75–86.

95. Свічинський С.В. Взаємозв'язок законів розподілу довжин перегонів маршрутного пасажирського транспорту та відстаней між транспортними районами міста / С.В. Свічинський // Транспортные проблемы крупнейших городов: материалы меЗал.унар. науч.-практ. конф., Харьков, 12–16 березня 2012 г.: тезисы докладов. – Харьков: ХНАГХ, 2012. – С. 21–22.

96. Порядок проведення конкурсу на перевезення пасажирів на автобусному маршруті загального користування: Постанова КМУ від 29 січня 2003 р. № 139 / Офіц. вісник України. – 2003. – № 6. – С. 60–65.

97. Правила надання послуг міським електричним транспортом: Постанова КМУ від 23 грудня 2004 р. № 1735 / Офіц. вісник України. – 2004. – № 52. – С. 288–293.

98. Державні будівельні норми України. ДБН Б. 1-2-95 Склад, зміст, порядок розроблення, погодження і затвердження комплексних схем транспорту для міст України. – Затвердж. Держкоммістобудування України 01.04.96. – Офіц. Видання. – К.: Укрархбудінформ, 1996. – 22 с.

99. Про затвердження Порядку організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом. – Наказ Міністерства інфраструктури України №480 від 15.07.2013.

100. Проектирование развития транспортных систем городов и их ареалов – нерешенные проблемы // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: научные материалы XIV меЗал.ународной (17 екатеринбургской) науч.-практ. конф.; под ред. С. А. Ваксмана. – Екатеринбург: Издательство АМБ, 2008 – С. 13–20.

101. Изучение транспортных потребностей – основа совершенствования работы пассажирского транспорта / Г.А. Гуревич, Г.И. Кузнецов, А. А. Михайлов // Автомобильный транспорт. Серия 4. Пассажирские перевозки автомобильным транспортом. Научно-технический реферативный сборник – 1980. – № 2. – С. 1 – 5.

102. ДСТУ 2610-94. Пасажирські автомобільні перевезення. Терміни та визначення. – Введ. 1995-07-01. – К.: Видавництво Державного комітету стандартизації метрології та сертифікації України. – 29 с.

103. Шаталов Е. В. Исследования транспортных потребностей маломобильных групп населения методом анкетирования / Е. В. Шаталов, В. А. Зеликов // Вестник Воронежского института МВД России. – №2. – 2015. – С. 239–244.

104. Логачов Є. Г. Мінімізація залучення перевізного ресурсу на маршруті міської пасажирської транспортної системи із урахуванням якості обслуговування пасажирів / Є. Г. Рогачов, К. Ю. Платонова // Вісник Національного транспортного університету. – 2009. – Вип. 9. – С. 169–173.

105. Актуалізація прогнозування попиту населення міста на пасажирські перевезення / Б. В. Скоробогатов, В. С. Маруніч, І. І. Франчук, І. І. Вакарчук // Вісник Національного транспортного університету. К. : НТУ. – Вип. 8. – 2003. – С. 127–134.

106. Куниця О. А. Зниження часу очікування пасажирами міських маршрутних транспортних засобів. Автореф. дис. канд. техн. наук – Х., 2008. – 21 с.

107. Давідіч Ю. О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водія / О. Ю. Давідіч – Харків: ХНАДУ, 2006. – 292 с.

108. Adebisi O. A mathematical model for headway variance of bixed -route buses / O. Adebisi – Transportation research, 1986, V 20, №1, p. 53 – 70.

109. Boyd Colin W. Notes on the theoretical dynamics of intermittent public transportation systems / Colin W. Boyd – Transportation research, 1983, A-17, №5, p.p. 347 – 354.

110. Рюгер З. Эксплуатация городского пассажирского транспорта / Зигфрид Рюгер : [пер. с нем. Ю. : Ваклер, В. Феоктистова, Э. Шабарова]. – М. : Транспорт, 1977. – 462 с.

111. Сурков Ф. А. Об имитационной математической модели транспортного маршрута / Ф. А. Сурков, В. В. Новиков – В сб.: Моделирование процессов управления транспортными системами – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 111 – 112.

112. Блинкин М.Я. Модифицированная схема Зильберталя: анализ обобщение применение / М. Блинкин, Г. Гуревич // Совершенствование перевозок пассажиров автомобильным транспортом. – Сб. тр. НИИАТ. – 1981. – №.5. – С. 16 – 32.

113. Аникст М. Т. Моделирование работы городского пассажирского транспорта / М. Т. Аникст, А. П. Артынов, В. В. Скалецкий – В сб. Управление и информация – Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1974, вып. 13. С. 84 – 94.

114. Васильченко А. И. Об оптимизации основных параметров работы городского пассажирского транспорта / А. И. Васильченко, В. В. Толкач – В сб.: Методы оптимального планирования и управления в городском хозяйстве (пассажирский транспорт) - Владивосток: ИАПУ ДВНЦ АН СССР, 1976. С 38 - 44.

115. Либерман С. Ю. Динамическая модель городских корреспонденций / С.Ю. Либерман – В сб.: Организация автомобильных перевозок и безопасность движения - М.: МАДИ, 1977. – Вып. 131. – С 73 – 77.

ДОДАТОК А
РЕЗУЛЬТАТИ ФОРМУВАННЯ ЗУПИНОЧНИХ ПУНКТІВ НА
МАРШРУТНІЙ МЕРЕЖІ М. ОХТИРКА

Таблиця А.1 – Характеристика тарифних зупинок маршрутної мережі м. Охтирка

№ з/п	Номер зупинки в моделі	Назва зупинки	Місце знаходження зупинки	Маршрути, які обслуговуються зупинкою
1	2	3	4	5
1	131	Ринок	вул. Першотравнева -вул. Куйбишева	1
2	1011	Кардашівка	Кардашівка (за межі міста)	1,7
3	143	ІІ №9	вул. Пушкіна, 120	1,7,10
4	927	Дачний	вул. Київська-пров. Лесной	2,4,6,8,9
5	226	Кінцева 4-го маршруту	вул. Кірова, 168	7
6	351	Центр	вул. Жовтнева-пров. Харківський	1,2,3,4,6,7,8,9,10
7	958	Менжинського-Гоголя	вул. Менжинського-вул. Гоголя	2,3,6
8	992	Підлозіївка	вул. Береста-пров. Приміський	3
9	993	Велике озеро	Велике озеро	6
10	952	пров. Киріківський	пров. Киріківський-Окружна дорога	5,9
11	983	Гай Шевченко	вул. Фрунзе, 371	3,4,8
12	998	вул. Пугачова	вул. Індустріальна, 68	10
13	266	Сыр комбінат	пров. Фабенка-вул. Транспортная	5
14	419	Фрунзе, 83	вул. Фрунзе-пров. Народный	3,4,10
15	1005	пл. Леніна (ІІ №1)	вул. Леніна, 1	5,8,9
16	377	пл. Леніна (по Київській)	вул. Київська, 2	2,4,5,6,7,8,9
17	940	Зал. вокзал	вул. Танк. Контемир.-пров. Глебова	1,5
18	329	Горпарк	пл. Жовтнева	1,1
19	317	Церква (круг)	пл. Жовтнева	1,3,7,10
20	1012	Стадіон	вул. Пушкіна, 7	7,1
21	945	ООШ №4, д/с Орлятко	вул. Пушкіна-пров. Ушакова	1,7,10
22	183	Пушкіна, 95	вул. Пушкіна-пров. Л.Українки	1,7,10
23	232	д/с Казка	вул. Київська-пров. Іліча	2,4,6,7,8,9
24	953	д/с Росинка	вул. Київська-вул. Петровського	2,4,5,6,7,8,9
25	156	маг. Гулівер	вул. Київська-пров. Штагера	2,4,6,7,8,9

Продовження табл. дод. А1

1	2	3	4	5
26	144	пров. Штагера	вул. Червоноармійська-пров. Штагера	2,4,6,8,9
27	188	ТЕЦ	вул. Снайпера, 48	7
28	78	Школа №5	вул. Червоноармійська-пров. Лесной	2,4,6,8,9
29	421	пров. Фабенка-вул. Петровського	пров. Фабенка-вул. Петровського	5
30	950	пл. Леніна (по Фрунзе)	вул. Фрунзе, 3	3,4,10
31	928	вул. Леніна-Батюка	перекресток вул. Леніна-вул. Батюка	5,8,9
32	929	вул. Фурманова	вул. Леніна-вул. 50-річчя СРСР	5,9
33	932	Школа	вул. Танк. Контемир.-вул. Леніна	1,5,9
34	973	Чапаєва-50-річчя СРСР	вул. Чапаєва-вул. 50-річчя СРСР	8
35	557	Гоголя-Береста	вул. Гоголя-вул. Береста	3,6
36	616	АТЗТ Заря	вул. Гоголя-пров. Вишневий	6
37	960	Гоголя-пров. Мичуріна	вул. Гоголя-пров. Мичуріна	3,6
38	1004	вул. 8-го березня	вул. 8-березня, 41	2
39	833	пров. Менжинського, 2	вул. Менжинського-пров. Менжинського	2
40	434	пров. Харківський	вул. Батюка-пров. Харківський	1,2,3,6
41	957	Автовокзал	вул. Менжинського-пров. Тельмана	2,3,6
42	526	Менжинського-пров. Кооперативный	вул. Менжинського-пров. Кооперативный	2,3,6
43	604	Менжинського-пров. Красіна	вул. Менжинського-пров. Красіна	2,3,6
44	1013	Універмаг	вул. Жовтнева, 4	2,3,4,6,7,8,9,10
45	501	Шевченко, 2	вул. Шевченко-пров. Днепроvский	1
46	585	Шевченко-пров. Набережний	вул. Шевченко-пров. Набережний	1
47	650	Вечірня школа, д/с Теремок	вул. Шевченко-пров. Робочий	1

Продовження табл. дод. А1

1	2	3	4	5
50	782	Миргородська-Чайковського	вул. Миргородська-пров. Чайковського	8
51	987	Окружна	вул. Ахтирська-вул. Горького	8
52	982	вул. Фрунзе, 327	вул. Фрунзе-Окружна дорога	3,4,8
53	724	К. Маркса-Залізнична	вул. К. Маркса-вул. Залізнична	8
54	1003	Пугачова-пров. Буденого	вул. Індустріальна-пров. Буденого	10
55	1001	вул. Пугачова, 37	вул. Пугачова-вул. Індустріальна	10
56	509	Почта, д/с Березка	вул. Леніна, 20	5,9
57	975	ООШ №2 (Чапаєва)	вул. Чапаєва-пров. Фурманова	8
58	990	Петровського-вул. Левченка	вул. Петровського-вул. Левченко	5
59	398	ООШ №6, Коледж	вул. Фрунзе-пров. Лікарняний	3,4,10
60	341	Петровського-пров. Лікарняний	вул. Петровського-пров. Лікарняний	5
61	946	Садик	вул. Пушкіна-пров. Авіо	1,7,10
62	51	Мясокомбінат	вул. Тимирязєва, 92	10
63	991	вул. Береста-пров. Совсело	вул. Береста-пров. Радсело	3
64	959	ООШ №8	вул. Гоголя-пров. Врожайний	3,6
65	607	ООШ №2 (Леніна)	вул. Леніна-пров. Фурманова	5,9
67	490	Фрунзе-Дзержинського	вул. Фрунзе-вул. Дзержинського	3,4,10
68	970	Податкова	вул. Снайпера, 36	7
69	1014	д/с Ласточка	вул. Фрунзе, 19	3,4,10
70	372	Фабенко-вул. Калініна	пров. Фабенка-вул. Калініна	5
71	181	Пушкіна, 92	вул. Пушкіна-пров. Лиманський	1,7,10
72	496	Менжинського - Дніпровська	вул. Менжинського-пров. Дніпропетровський	2,3,6
73	538	ООШ №3	вул. Шевченко-пров. Правденський	1

ДОДАТОК Б
РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ РІВНЯ ДУБЛЮВАННЯ ТРАС МАРШРУТІВ
В М. ОХТИРКА

Таблиця Б.1 – Рівень дублювання трас маршрутів м. Охтирка

Назва базового маршруту	Рівень дублювання трас маршрутів
1	2
1м Дачний-зал. вокзал (звор.)	66,67%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 61,11%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 72,22%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 55,56%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 77,78%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 88,89%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 77,78%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 100%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 100%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 55,56%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 100%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 100%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 55,56%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 77,78%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 77,78%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 61,11%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 61,11%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 77,78%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 88,89%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
1м Дачний-зал. вокзал (пр)	87,5%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 62,5%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 62,5%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.) ; 62,5%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 87,5%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 62,5%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 100%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 62,5%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 62,5%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 75%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 100%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 87,5%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 62,5%, 20м Дачний-Ринок (пр) ; 100%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 87,5%, 23м Дачний-Ринок (звор.) ; 100%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 87,5%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 62,5%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 62,5%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 62,5%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 87,5%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 100%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 100%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 87,5%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 87,5%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.)	70,59%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 70,59%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 52,94%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.) ; 76,47%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 88,24%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 52,94%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 58,82%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 52,94%, 15м Центр-Менжинського (звор.) ; 64,71%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 82,35%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 76,47%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 52,94%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 82,35%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 76,47%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 52,94%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 58,82%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 58,82%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 58,82%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 70,59%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
10м АТ Заря-зал. вокзал(пр)	61,54%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 92,31%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 53,85%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.) ; 100%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 100%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 61,54%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (пр) ; 53,85%, 15м Центр-Менжинського (звор.) ; 61,54%, 15м Центр-Менжинського (пр) ; 61,54%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 61,54%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 61,54%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 61,54%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 61,54%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 61,54%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 61,54%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 61,54%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 61,54%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 61,54%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 61,54%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 61,54%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;

Продовження табл. дод. Б.1

1	2
11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.)	81,82%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 63,64%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 72,73%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 90,91%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 81,82%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (пр) ; 54,55%, 15м Центр-Менжинського (звор.) ; 54,55%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 54,55%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 54,55%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 54,55%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 54,55%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 54,55%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ;
11м Дачний-АТЗТ Заря (пр)	57,89%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 68,42%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 68,42%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 100%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 57,89%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 57,89%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 57,89%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 57,89%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 57,89%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 52,63%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.)	65%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 75%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 65%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 95%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 55%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 65%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 65%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 65%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 65%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 55%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (пр)	72,73%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 72,73%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 81,82%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.) ; 63,64%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 81,82%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ;
13м Монумент-Мясокомбінат (звор.)	71,43%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 64,29%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 100%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 64,29%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 64,29%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 85,71%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 78,57%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 85,71%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 78,57%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 85,71%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 85,71%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 71,43%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (звор.) ; 64,29%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (пр) ; 57,14%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 57,14%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 71,43%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
13м Монумент-Мясокомб (пр)	87,5%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 62,5%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 87,5%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 68,75%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 62,5%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 62,5%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 81,25%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 68,75%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 81,25%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 68,75%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 81,25%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 93,75%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 75%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (звор.) ; 62,5%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (пр) ; 56,25%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 56,25%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 81,25%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
14м Пугачова-Центр (звор.)	54,55%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 72,73%, 14м Пугачова-Центр (пр) ; 63,64%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 54,55%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 81,82%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 63,64%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 63,64%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 100%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 63,64%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 63,64%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 63,64%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 54,55%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;

Продовження табл. дод. Б.1

1	2
14м Пугачова-Центр (пр)	80%, 14м Пугачова-Центр (звор.) ; 60%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 70%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 90%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 60%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 100%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 60%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 60%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 60%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ;
15м Центр-Менжинського (звор.)	90%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 70%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 60%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.) ; 80%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 100%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 80%, 15м Центр-Менжинського (пр) ; 70%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 60%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 70%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 70%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 70%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 70%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 70%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 70%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
15м Центр-Менжинського (пр)	62,5%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 100%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 100%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 87,5%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 87,5%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 62,5%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (пр) ; 100%, 15м Центр-Менжинського (звор.) ; 62,5%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 62,5%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 62,5%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 62,5%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 62,5%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 62,5%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 62,5%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 62,5%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 62,5%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 62,5%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 62,5%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 62,5%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
16м Дачний-зал. вокзал(звор.)	84,21%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 57,89%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 52,63%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 57,89%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 52,63%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 100%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 78,95%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 68,42%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 100%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 78,95%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 57,89%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 57,89%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 73,68%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 73,68%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 57,89%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 73,68%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
16м Дачний-зал. вокзал(пр)	87,5%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 68,75%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 68,75%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 62,5%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 75%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 81,25%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 56,25%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 75%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 81,25%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 68,75%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 56,25%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 56,25%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 68,75%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 56,25%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
17м Кардашівка-Миргород (звор.)	66,67%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 60%, 14м Пугачова-Центр (звор.) ; 53,33%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 93,33%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 60%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 53,33%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 93,33%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 53,33%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 66,67%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 60%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 53,33%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 53,33%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ;

Продовження табл. дод. Б.1

1	2
17м Кардашівка-Миргород (пр)	77,78%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 55,56%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 61,11%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 55,56%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ;
18м Дачний-Кардашівка (звор.)	57,14%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 57,14%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 64,29%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 64,29%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 57,14%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (звор.) ; 64,29%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (пр) ; 64,29%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 64,29%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (пр) ;
18м Дачний-Кардашівка (пр)	61,54%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 61,54%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 53,85%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 76,92%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 69,23%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 69,23%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 76,92%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 69,23%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 69,23%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 61,54%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 53,85%, 20м Дачний-Ринок (пр) ; 69,23%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 69,23%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 61,54%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 76,92%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 69,23%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 53,85%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (пр) ; 69,23%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ; 61,54%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 69,23%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ; 61,54%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 61,54%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 69,23%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 69,23%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 61,54%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 61,54%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
1а м Дачний-зал. вокзал(звор.)	85,71%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 66,67%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 57,14%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 61,9%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 90,48%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 57,14%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 71,43%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 61,9%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 100%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 71,43%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 57,14%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 61,9%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 52,38%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 66,67%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 66,67%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 52,38%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 80,95%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
1а м Дачний-зал. вокзал(пр)	100%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 72,22%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 61,11%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 72,22%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 61,11%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 61,11%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 83,33%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 72,22%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 83,33%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 55,56%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 83,33%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 88,89%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 61,11%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 61,11%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 77,78%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 61,11%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 61,11%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 77,78%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 77,78%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
2м Дачний-Центр	85,71%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 57,14%, 1м Дачний-зал. вокзал (пр) ; 57,14%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.) ; 57,14%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 85,71%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 71,43%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 57,14%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 71,43%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ;

Продовження табл. дод. Б.1

1	2
	57,14%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 71,43%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 85,71%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 71,43%, 20м Дачний-Ринок (звор.) ; 57,14%, 20м Дачний-Ринок (пр) ; 57,14%, 22м Дачний-Гай Шевченко (звор.) ; 71,43%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 57,14%, 23м Дачний-Ринок (звор.) ; 71,43%, 23м Дачний-Ринок (пр) ; 71,43%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 85,71%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 100%, 2а м Дачний-Центр ; 85,71%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 71,43%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 71,43%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 85,71%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ;
20м Дачний-Ринок (звор.)	100%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 71,43%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 71,43%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 100%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 100%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 57,14%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 57,14%, 14м Пугачова-Центр (звор.) ; 57,14%, 15м Центр-Менжинського (звор.) ; 71,43%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 100%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 57,14%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 57,14%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 71,43%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 71,43%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 100%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 71,43%, 2м Дачний-Центр ; 57,14%, 20м Дачний-Ринок (пр) ; 71,43%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 85,71%, 23м Дачний-Ринок (пр) ; 71,43%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 100%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 57,14%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 71,43%, 2а м Дачний-Центр ; 100%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 71,43%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 71,43%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 100%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 85,71%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
20м Дачний-Ринок (пр)	85,71%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 71,43%, 1м Дачний-зал. вокзал (пр) ; 71,43%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 71,43%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.) ; 57,14%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 85,71%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 57,14%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (пр) ; 71,43%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 57,14%, 14м Пугачова-Центр (звор.) ; 57,14%, 15м Центр-Менжинського (звор.) ; 57,14%, 15м Центр-Менжинського (пр) ; 100%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 57,14%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 71,43%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 57,14%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 100%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 100%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 85,71%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 57,14%, 2м Дачний-Центр ; 57,14%, 20м Дачний-Ринок (звор.) ; 100%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 71,43%, 23м Дачний-Ринок (звор.) ; 100%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 85,71%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 71,43%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 57,14%, 2а м Дачний-Центр ; 71,43%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ; 71,43%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ; 85,71%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 100%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 100%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 85,71%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 85,71%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
22м Дачний-Гай Шевченко (звор.)	63,64%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 72,73%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 54,55%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 90,91%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ;
22м Дачний-Гай Шевченко (пр)	52,63%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 52,63%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 57,89%, 14м Пугачова-Центр (звор.) ; 52,63%, 14м Пугачова-Центр (пр) ; 68,42%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 73,68%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 57,89%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 68,42%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ;

Продовження табл. дод. Б.1

1	2
	52,63%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 52,63%, 22м Дачний-Гай Шевченко (звор.) ; 68,42%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 52,63%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 52,63%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 68,42%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 68,42%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 52,63%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 57,89%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
23м Дачний-Ринок (звор.)	87,5%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 87,5%, 1м Дачний-зал. вокзал (пр) ; 62,5%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 62,5%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.) ; 62,5%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 87,5%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 62,5%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 100%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 62,5%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 62,5%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 75%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 100%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 87,5%, 1а м Дачний-ж/д вокзал (пр) ; 62,5%, 20м Дачний-Ринок (пр) ; 100%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 100%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 87,5%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 62,5%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 62,5%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 62,5%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 87,5%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 100%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 100%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 87,5%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 87,5%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
23м Дачний-Ринок (пр)	100%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 66,67%, 1м Дачний-зал. вокзал (пр) ; 100%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 100%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 66,67%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 66,67%, 14м Пугачова-Центр (пр) ; 66,67%, 15м Центр-Менжинського (пр) ; 66,67%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 100%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 66,67%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 83,33%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 66,67%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 100%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 83,33%, 2м Дачний-Центр ; 100%, 20м Дачний-Ринок (звор.) ; 66,67%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 66,67%, 23м Дачний-Ринок (звор.) ; 66,67%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 100%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 66,67%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 83,33%, 2а м Дачний-Центр ; 100%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 66,67%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 66,67%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 100%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 83,33%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
24м Киріківський-Дачний (звор.)	85,71%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 66,67%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 57,14%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 61,9%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 90,48%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 57,14%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 100%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 71,43%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 61,9%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 71,43%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 57,14%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 61,9%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 52,38%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 66,67%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 66,67%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 52,38%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 80,95%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
24м Киріківський-Дачний (пр)	100%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 72,22%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 61,11%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 72,22%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 61,11%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 61,11%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 83,33%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 72,22%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 83,33%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 88,89%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 55,56%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 83,33%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 61,11%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 61,11%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ;

Продовження табл. дод. Б.1

1	2
	77,78%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 61,11%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 61,11%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 77,78%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 77,78%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
25м Монумент- Кардашівка (звор.)	66,67%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 60%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 80%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 86,67%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 60%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 66,67%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 60%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 66,67%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 80%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 73,33%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 80%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 73,33%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 100%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 66,67%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (звор.) ; 80%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (пр) ; 53,33%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 53,33%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 66,67%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
25м Монумент- Кардашівка (пр)	82,35%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 58,82%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 70,59%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 88,24%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 64,71%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 52,94%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 58,82%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 52,94%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 52,94%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 76,47%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 64,71%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 76,47%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 64,71%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 88,24%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 64,71%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (звор.) ; 70,59%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (пр) ; 52,94%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 52,94%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 76,47%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
2а м Дачний- Центр	85,71%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 57,14%, 1м Дачний-зал. вокзал (пр) ; 57,14%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.) ; 57,14%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 85,71%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 71,43%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 57,14%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 71,43%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 57,14%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 71,43%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 85,71%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 100%, 2м Дачний-Центр ; 71,43%, 20м Дачний-Ринок (звор.) ; 57,14%, 20м Дачний-Ринок (пр) ; 57,14%, 22м Дачний-Гай Шевченко (звор.) ; 71,43%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 57,14%, 23м Дачний-Ринок (звор.) ; 71,43%, 23м Дачний-Ринок (пр) ; 71,43%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 85,71%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 85,71%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 71,43%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 71,43%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 85,71%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ;
3а авт Кардашівка- Киріківський (звор.)	75%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 83,33%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 100%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 66,67%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 58,33%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 66,67%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 66,67%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 58,33%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 66,67%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 58,33%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 83,33%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 91,67%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 100%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (пр) ; 66,67%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 66,67%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 75%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;

Продовження табл. дод. Б.1

1	2
3а авт Кардашівка-Киріківський (пр)	66,67%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 58,33%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 75%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 83,33%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 58,33%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 58,33%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 75%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 58,33%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 58,33%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 58,33%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 100%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 100%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 100%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (звор.) ; 66,67%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ; 66,67%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ; 66,67%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
4а авт ТЕЦ-Кардашівка (звор.)	58,33%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 58,33%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 75%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 58,33%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 66,67%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (пр) ; 83,33%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 100%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ; 83,33%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (пр) ;
4а авт ТЕЦ-Кардашівка (пр)	58,33%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 58,33%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 75%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 66,67%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 58,33%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 66,67%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (звор.) ; 83,33%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ; 83,33%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ; 100%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (пр) ;
4м ТЕЦ-Кардашівка (звор.)	58,33%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 58,33%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 75%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 58,33%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 66,67%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (пр) ; 100%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ; 83,33%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 83,33%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (пр) ;
4м ТЕЦ-Кардашівка (пр)	58,33%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 58,33%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 75%, 18м Дачний-Кардашівка (звор.) ; 66,67%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 58,33%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 66,67%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (звор.) ; 83,33%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ; 100%, 4а авт ТЕЦ-Кардашівка (пр) ; 83,33%, 4м ТЕЦ-Кардашівка (звор.) ;
5м Чапаєва-Дачний (звор.)	87,5%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 68,75%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 81,25%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 68,75%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 68,75%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 68,75%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 87,5%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 62,5%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 68,75%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 87,5%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 81,25%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 100%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 100%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 75%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
5м Чапаєва-Дачний (пр)	64,71%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 58,82%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 52,94%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 58,82%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 52,94%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 82,35%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 52,94%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 52,94%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 82,35%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 64,71%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 76,47%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 82,35%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 64,71%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 52,94%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 76,47%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 94,12%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 82,35%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 76,47%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;

Продовження табл. дод. Б.1

1	2
5а м Чапаєва-Дачний (звор.)	57,89%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 52,63%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 52,63%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 73,68%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 73,68%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 57,89%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 68,42%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 73,68%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 57,89%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 84,21%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 84,21%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 68,42%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 68,42%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
5а м Чапаєва-Дачний (пр)	82,35%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 64,71%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 76,47%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 64,71%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 64,71%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 64,71%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 82,35%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 58,82%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 64,71%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 82,35%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 94,12%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 82,35%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 76,47%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 70,59%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.)	94,12%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 70,59%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 58,82%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 64,71%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 58,82%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 76,47%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 82,35%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 52,94%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 100%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 82,35%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 64,71%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 100%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 82,35%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 58,82%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 76,47%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 52,94%, 3а авт Кардашівка-Киріківський (звор.) ; 70,59%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 76,47%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 76,47%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 70,59%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ;
6 авт Фрунзе-вул. Леніна (пр)	77,78%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 66,67%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 77,78%, 22м Дачний-Гай Шевченко (звор.) ; 77,78%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ;
6а авт Дачний-АТ Заря (звор.)	58,33%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 66,67%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 66,67%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 66,67%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.) ; 100%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 100%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 58,33%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (пр) ; 58,33%, 16м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 58,33%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 58,33%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 58,33%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 58,33%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ;
6а авт Дачний-АТ Заря (пр)	63,64%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 72,73%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 100%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (звор.) ; 81,82%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 72,73%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 90,91%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (пр) ; 54,55%, 15м Центр-Менжинського (звор.) ; 54,55%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 54,55%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 54,55%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 54,55%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 54,55%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 54,55%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ;

Продовження табл. дод. Б.1

1	2
7м Сыр.к- Центр-Вокзал (звор.)	84,21%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 63,16%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 52,63%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 57,89%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 52,63%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 68,42%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 78,95%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 94,74%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 73,68%, 1а м Дачний-зал. вокзал(пр) ; 68,42%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 94,74%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 73,68%, 24м Киріківський-Дачний (пр) ; 52,63%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 68,42%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ; 63,16%, 5м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 73,68%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 73,68%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ; 63,16%, 5а м Чапаєва-Дачний (пр) ; 78,95%, 6 авт Фрунзе-вул. Леніна (звор.) ;
7м Сыр.к-Центр- Вокзал (пр)	66,67%, 1м Дачний-зал. вокзал (звор.) ; 66,67%, 13м Монумент-Мясокомб (пр) ; 58,33%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 75%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 75%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 66,67%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ;
8м Гай Шевченко- Центр (звор.)	53,85%, 14м Пугачова-Центр (звор.) ; 61,54%, 14м Пугачова-Центр (пр) ; 53,85%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 84,62%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 76,92%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 53,85%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 53,85%, 22м Дачний-Гай Шевченко (звор.) ; 100%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 53,85%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 53,85%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 53,85%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ;
8м Гай Шевченко- Центр (пр)	66,67%, 14м Пугачова-Центр (звор.) ; 58,33%, 14м Пугачова-Центр (пр) ; 75%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 75%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 58,33%, 22м Дачний-Гай Шевченко (звор.) ; 100%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ;
8а м Гай Шевченка- Центр (звор.)	53,85%, 14м Пугачова-Центр (звор.) ; 61,54%, 14м Пугачова-Центр (пр) ; 53,85%, 16м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 84,62%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 76,92%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 53,85%, 1а м Дачний-зал. вокзал(звор.) ; 53,85%, 22м Дачний-Гай Шевченко (звор.) ; 100%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ; 53,85%, 24м Киріківський-Дачний (звор.) ; 53,85%, 5м Чапаєва-Дачний (пр) ; 53,85%, 5а м Чапаєва-Дачний (звор.) ;
8а м Гай Шевченка- Центр (пр)	66,67%, 14м Пугачова-Центр (звор.) ; 58,33%, 14м Пугачова-Центр (пр) ; 75%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 75%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 58,33%, 22м Дачний-Гай Шевченко (звор.) ; 100%, 22м Дачний-Гай Шевченко (пр) ;
9м Кардашівка- Підлозіївка (звор.)	58,82%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 58,82%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 64,71%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 64,71%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 58,82%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 58,82%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 58,82%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ;
9м Кардашівка- Підлозіївка (пр)	62,5%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(звор.) ; 68,75%, 10м АТ Заря-зал. вокзал(пр) ; 62,5%, 11м Дачний-АТЗТ Заря (пр) ; 75%, 11а м Вел.оз.-АТ Заря-Дачний (звор.) ; 56,25%, 13м Монумент-Мясокомб (звор.) ; 62,5%, 17м Кардашівка-Миргород (звор.) ; 56,25%, 17м Кардашівка-Миргород (пр) ; 62,5%, 18м Дачний-Кардашівка (пр) ; 56,25%, 25м Монумент-Кардашівка (звор.) ; 62,5%, 25м Монумент-Кардашівка (пр) ;

ДОДАТОК В
РЕЗУЛЬТАТИ ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ЗНАЧЕНЬ
ПАСАЖИРООБМІНУ І ІНДИКАТОРА ПОДІЇ МОЖЛИВОЇ ПЕРЕСАДКИ

Таблиця В.1 – Результати визначення критичної межі коливань пасажирообмена в період 7-11

Номер маршруту	Годинний інтервал проведення обстеження																															
	7-8								8-9								9-10								10-11							
	вішло	вийшло	межа	межа	макс	макс	індикатор	індикатор	вішло	вийшло	межа	межа	макс	макс	індикатор	індикатор	вішло	вийшло	межа	межа	макс	макс	індикатор	індикатор	вішло	вийшло	межа	межа	макс	макс	індикатор	індикатор
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
прямий напрямок																																
1	3	2	6	4	8	3	+	-	6	3	10	6	10	6	-	-	-	-							-	-						
1A	2	6	4	10	8	8	+	-	-	-							2	2	4	4	5	4	+	-	-	-						
2	-	-							-	-							-	-							-	-						
2A	3	5	6	9	4	8	-	-	-	-							-	-							-	-						
3A	4	4	7	7	9	10	+	+	3	4	6	7	6	15	-	+	3	5	6	9	9	17	+	+	-	-						
4	5	4	9	7	11	15	+	+	3	3	6	6	13	16	+	+	6	6	10	10	16	24	+	+	2	3	4	6	3	6	-	-
5	2	3	4	6	4	7	-	+	4	4	7	7	7	7	-	-	3	3	6	6	6	5	-	-	-	-						
5A	-	-							-	-							-	-							-	-						
6	5	4	9	7	9	8	-	+	3	2	6	4	4	3	-	-	4	3	7	6	7	5	-	-								
7	5	5	9	9	14	9	+	-	3	3	6	6	6	6	-	-	3	2	6	4	6	4	-	-	-	-						
8	3	4	6	7	6	7	-	-	2	5	4	9	4	8	-	-	-	-							-	-						
9	2	2	4	4	2	4	-	-	2	3	4	6	4	4	-	-	2	2	4	4	4	4	-	-	-	-						
10	3	3	6	6	5	5	-	-	3	2	6	4	6	4	-	-	3	2	6	4	14	4	+	-	-	-						
11A	3	2	6	4	6	5	-	+	2	2	4	4	3	5	-	+	-	-							-	-						
13	-	-							-	-							-	-							-	-						

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
14	-	-							-	-							-	-							-	-						
15	-	-							-	-							-	-							-	-						
16	-	-							3	4	6	7	6	11	-	+	-	-							-	-						
17	3	4	6	7	6	9	-	+	2	3	4	6	4	9	-	+	2	3	4	6	7	6	+	-	-	-						
18	-	-							-	-							-	-							-	-						
20	2	3	4	6	3	4	-	-	-	-							-	-							-	-						
22	6	5	10	9	10	18	-	+	4	3	7	6	7	6	-	-	3	3	6	6	6	5	-	-								
23	2	2	4	4	4	3	-	-	-	-							-	-							-	-						
24									2	2	4	4	3	2	-	-	-	-							-	-						
25	-	-							-	-							-	-							-	-						
зворотній напрям																																
1	3	2	6	4	6	3	-	-	3	3	6	6	6	13	-	+	-	-							-	-						
1A	3	2	6	4	7	6	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	4	4	3	4	-	-	-	-						
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							2	9						
2A	3	2	6	4	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							-	-						
3A	3	5	6	9	6	19	-	+	3	4	6	7	12	10	+	+	3	4	6	7	10	11	+	+								
4	3	5	6	9	6	17	-	+	3	5	6	9	10	13	+	+	4	5	7	9	16	15	+	+	3	2	6	4	5	4	-	-
5	7	5	11	9	11	7	-	-	2	3	4	6	2	4	-	-	3	3	6	6	6	6	-	-	-	-						
5A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-							-	-						
6	3	4	6	7	6	7	-	-	3	3	6	6	4	9	-	+	3	5	6	9	6	15	-	+								
7	5	4	9	7	15	10	+	+	3	3	6	6	6	5	-	-	3	2	6	4	5	4	-	-								

Продовження табл. В.1

[illegible]

Таблиця В.2 – Результати визначення критичної межі коливань пасажирообмена в період 11-15

Номер маршруту	Годинний інтервал проведення обстеження																																
	11-12								12-13								13-14								14-15								
	вішло	вийшло	межа	межа	макс	макс	індикатор	індикатор	вішло	вийшло	межа	межа	макс	макс	індикатор	індикатор	вішло	вийшло	межа	межа	макс	макс	індикатор	індикатор	вішло	вийшло	межа	межа	макс	макс	індикатор	індикатор	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
прямий напрямок																																	
1	-	-							3	2	6	4	5	2	-	-	-	-							-	-							
1A	-	-							-	-							-	-							-	-							
2	-	-							-	-							-	-							-	-							
2A	-	-							-	-							-	-							-	-							
3A	-	-							-	-							-	-							2	2	4	4	4	4	-	-	
4	-	-							-	-							-	-							3	3	6	6	10	6	+	-	
5	-	-							3	2	6	4	5	4	-	-	-	-							-	-							
5A	-	-							2	2	4	4	2	2	-	-	-	-							-	-							
6	-	-							-	-							-	-							-	-							
7	-	-							-	-							-	-							-	-							
8	3	2	6	4	4	2	-	-	6	2	10	4	8	3	-	-	-	-							2	11							
9	-	-							-	-							-	-							-	-							
10	-	-							-	-							-	-							-	-							
11A	-	-							-	-							-	-							-	-							
13	-	-							-	-							-	-							-	-							

Продовження табл. В.2

[illegible]

Продовження табл. В.2

[illegible]

Таблиця В.3 – Результати визначення критичної межі коливань пасажирообмена в період 15-18

Номер маршруту	Годинний інтервал проведення обстеження																							
	15-16								16-17								17-18							
	вішло	вийшло	межа	межа	макс	макс	індикатор	індикатор	вішло	вийшло	межа	межа	макс	макс	індикатор	індикатор	вішло	вийшло	межа	межа	макс	макс	індикатор	індикатор
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
прямий напрямок																								
1	-	-							-	-							-	-						
1A	-	-							-	-							-	-						
2	-	-							2	2	4	4	2	2	-	-	-	-						
2A	-	-							-	-							-	-						
3A	2	3	4	6	4	6	-	-	4	3	7	6	11	5	+	-	-	-						
4	3	3	6	6	12	9	+	+	-	-							-	-						
5	-	-							-	-							-	-						
5A	-	-							-	-							-	-						
6	2	2	4	4	4	2	-	-	5	3	9	6	9	4	-	-	-	-						
7	-	-							3	2	6	4	6	3	-	-	-	-						
8	-	-							-	-							-	-						
9	6	2	10	4	8	3	-	-	4	2	7	4	9	4	+	-								
10	-	-							3	2	6	4	6	3	-	-	-	-						
11A	-	-							-	-							-	-						
13	-	-							3	3	6	6	6	6	-	-	3	3	6	6	6	6	-	-
14	-	-							6	2	10	4	9	3	-	-	5	4	9	7	9	7	-	-

Продовження табл. В.3

[illegible]

Продовження табл. В.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
9	4	2	7	4	13	4	+	-	4	2	7	4	10	4	+	-								
10									3	2	6	4	5	3	-	-								
11A																								
13									4	2	7	4	13	4	+	-	2	2	4	4	3	4	-	-
14									2	3	4	6	2	3	-	-	2	4	4	7	2	5	-	-
15																								
16	2	3	4	6	4	3	-	-	3	3	6	6	7	5	+	-	3	3	6	6	6	6	-	-
17	4	4	7	7	14	7	+	-	2	2	4	4	2	3	-	-	3	4	6	7	5	10	-	+
18	3	2	6	4	7	3	+	-	2	2	4	4	3	5	-	+	3	2	6	4	6	5	-	+
20																								
22																	2	6	4	10	3	6	-	-
23	2	3	4	6	4	6	-	-	3	3	6	6	6	5	-	-								
24																								
25									3	3	6	6	6	5	-	-	3	2	6	4	6	3	-	-

ДОДАТОК Д
МАТРИЦІ ОЦІНКИ МОЖЛИВИХ ПЕРЕСАДОК

Таблиця Д.1 – Матриця оцінки можливих пересадок ранковий пік (порівняння прямого і зворотного напрямків)

Номер марш- руту	Маршрут		1	1A	2	2A	3A	4	5	5A	6	7	8	9	10	11A	13	14	15	16	17	18	20	22	23	24	25
	Зупинка			центр			центр	центр				сирком бінат		вул. Гоголя	центр												
	Вішло	Вийшло	0	1	0	0	2	2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1A	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0		0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2A	0		0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3A	3	центр	0	1	0	0		2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
4	3	центр	0	1	0	0	2		0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
5	1	центр	0	1	0	0	1	1		0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
5A	0		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	Гай Шевченко	0	1	0	0	1	1	0	0		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
7	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11A	2	вул. Гоголя	0	1	0	0	2	2	0	0	0	1	0	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
13	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	Центр	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1	0
17	2	Центр	0	1	0	0	2	2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0
18	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
20	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
22	1	Центр	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	1	0
23	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
24	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
25	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0

Таблиця Д.2 – Матриця оцінки можливих пересадок між пік (порівняння прямого і зворотного напрямків)

[illegible]

Таблиця Д.3 – Матриця оцінки можливих пересадок вечірній пік (порівняння прямого і зворотного напрямків)

Номер маршруту	Маршрут		1	1А	2	2А	3А	4	5	5А	6	7	8	9	10	11А	13	14	15	16	17	18	20	22	23	24	25
	Зупинка													Центр			Горпарк			пл. Леніна	Центр	Центр					
	Вийшло	Вішло	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1А	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0		0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2А	0		0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3А	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	ЗОШ 1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
5	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5А	0		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0		0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11А	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
16	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
17	1	Ринок	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1		1	0	0	0	0	0
18	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
20	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
22	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
23	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
24	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
25	1	Центр	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	

Таблиця Д.4 – Матриця оцінки можливих пересадок ранковий пік (порівняння зворотного і прямого напрямків)

Номер маршруту	Маршрут		1	1А	2	2А	3А	4	5	5А	6	7	8	9	10	11А	13	14	15	16	17	18	20	22	23	24	25
	Зупинка		ЗОШ 1	Гуліве			Центр	Центр			Центр	пл. Леніна		Ринок	Центр						Ринок					Ринок	
	Вошло	Вышло	1	1	0	0	3	3	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
1	1	ЗОШ 2		1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
1А	2	Центр	1		0	0	2	2	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
2	0		0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2А	0		0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3А	2	ЗАЛ.	1	1	0	0		2	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
4	3	пл. Леніна	1	1	0	0	3		0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
5	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5А	0		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0		0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	Сыркомбинат	1	1	0	0	1	1	0	0	1		0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
8	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	Центр	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
11А	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
16	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
17	1	Центр	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0
18	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
20	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0

Таблиця Д.5 – Матриця оцінки можливих пересадок між пік (порівняння зворотного і прямого напрямків)

Номер маршруту	Маршрут		1	1А	2	2А	3А	4	5	5А	6	7	8	9	10	11А	13	14	15	16	17	18	20	22	23	24	25
	Зупинка						пл. Леніна																				
	Вішло	Вийшло	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1А	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0		0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2А	0		0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3А	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	Центр	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5А	0		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0		0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11А	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
16	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
17	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
18	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
20	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
22	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
23	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
24	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
25	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Таблиця Д.6 – Матриця оцінки можливих пересадок вечірній пік (порівняння зворотного і прямого напрямків)

Номер маршруту	Маршрут		1	1А	2	2А	3А	4	5	5А	6	7	8	9	10	11А	13	14	15	16	17	18	20	22	23	24	25
	Зупинка						вул. Кірова														Кардашівка	Дачний					
	Вішло	Вийшло	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1А	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0		0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2А	0		0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3А	1	Центр	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
4	1	Центр	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
5	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5А	0		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0		0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	Центр	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
10	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11А	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	д/с Теремок	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	0	0	0	0
17	2	Центр	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		2	0	0	0	0	0
18	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
20	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
22	1	Центр	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0		0	0	0
23	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
24	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
25	1	Ж/Д	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	

ДОДАТОК Ж
ЛІСТИНГ ПРОГРАМИ ФОРМУВАННЯ МАТРИЦІ МЕРЕЖЕВИХ
КОРЕСПОНДЕНЦІЙ

Const maxNr = 200 'Максимальное количество транспортных районов в городе

Dim Nd As Long 'Количество транспортных районов отправления в городе

Dim Na As Long 'Количество транспортных районов прибытия в городе

Dim H(1 To maxNr, 1 To maxNr) 'Матрица корреспонденций

Dim N As Integer 'Индекс

Dim i As Integer 'Индекс

Dim j As Integer 'Индекс

Dim k As Integer 'Индекс

Dim l As Integer 'Индекс

Nd = Cells(1, 1) 'Емкости по отправлению

Na = Cells(1, 1) 'Емкости по прибытию

'Подготовка матрицы корреспонденций

For i = 1 To 30

Cells(50 + i, 1) = i

For j = 1 To 30

Cells(50, 1 + j) = j

H(i, j) = 0

Cells(50 + i, 1 + j) = 0

Next j

Next i

'Формирование матрицы корреспонденций

For i = 1 To Nd

k = Cells(2 + i, 3) 'Номер строки матрицы корреспонденций

For j = 2 To Na

l = Cells(2, 2 + j) 'Номер столбца матрицы корреспонденций

```
If Cells(2 + i, 2 + j) > 0 Then H(k, l) = H(k, l) + Cells(2 + i, 2 + j)
Next j
Next i
```

‘Вывод матрицы корреспонденций на лист

```
For i = 1 To 30
For j = 1 To 30
Cells(50 + i, 1 + j) = H(i, j)
Next j
Next i
```

```
End Sub ‘Matrix_by_districts
```

ДОДАТОК К
ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації за темою дисертації

1. Гончаренко С. Ю. Дослідження закономірності зміни тривалості часу очікування пасажирами маршрутних транспортних засобів / С. Ю. Гончаренко, О. В. Россолов, В. М. Чижик // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2013. – №5 (194). – Ч. 1. – С. 67–70.
2. Гончаренко С. Ю. Современные проблемы моделирования матриц пассажирских корреспонденций в средних городах / С. Ю. Гончаренко // Вісник національного технічного університету «ХПІ». – 2013. – №56. – С. 83–88.
3. Горбачев П. Ф. Модифицированный метод табличного обследования пассажирских корреспонденций в средних городах / П. Ф. Горбачев, А. В. Россолов, С. Ю. Гончаренко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2014. – Вып. 34. – С. 101–104.
4. Гончаренко С. Ю. Моделирование мест пересадок пассажиров на маршрутной сети общественного транспорта в средних городах / С. Ю. Гончаренко, П. Ф. Горбачев, А. В. Россолов // Комунальне господарство міст. Серія : Технічні науки та архітектура. – 2014. – №116. – С. 103–107.
5. Gorbachov P. Simulation procedure of origin-destination matrix based on sample survey results on passenger route network / P. Gorbachov, A. Rossolov, S. Goncharenko // Automobile transport: collection of scientific papers. – 2015. – Vol. 36. – P. 111–118.
6. А.с. Методика формування матриці пасажирських кореспонденцій в середніх містах / С. Ю. Гончаренко (Україна). – № 62876; зареєстровано 10.12.2015.
7. Гончаренко С. Ю. Дослідження закономірності зміни тривалості часу очікування пасажирами маршрутних транспортних засобів / С. Ю. Гончаренко // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики». – 2013. – С. 44–45.
8. Гончаренко С. Ю. Моделирование маршрутных пассажирских корреспонденций на основе результатов табличного обследования / С. Ю. Гончаренко // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики». – 2014. – С. 10–12.

9. Гончаренко С. Ю. Визначення місць пересадки пасажирів при користуванні міським транспортом в великих містах / С. Ю. Гончаренко // Матеріали III науково-практична конференція «Професійний менеджмент в сучасних умовах розвитку ринку». – 2014. – С. 71–73.

10. Гончаренко С. Ю. Надійність та достовірність даних вибіркового обстеження на маршрутній мережі середнього міста / С. Ю. Гончаренко // Матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання». – 2015. – С. 178–180.

Апробація результатів дисертації. Матеріали та результати дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і були схвалені на:

– IV міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики» (ВНУ ім. В. Даля, м. Євпаторія, 14–16 травня, 2013 р., очна форма);

– 77 – 79-й науково-технічних конференціях і науково-методичних сесіях ХНАДУ (м. Харків, 2013 – 2015 рр., очна форма);

– V міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем і логістики» (ВНУ ім. В. Даля, м. Луганськ, 5–8 травня, 2014 р., очна форма);

– III всеукраїнської науково-практичної конференції «Професійний менеджмент в сучасних умовах розвитку ринку» (НФУ, м. Харків, 4 листопада, 2014 р., очна форма);

– IX всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання» (КНТУ, м. Кіровоград, 15–17 квітня, 2015 р., очна форма).

ДОДАТОК Л
АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ



ЗАТВЕРДЖУЮ»

Начальник управління економіки
Олександрійської міської радиЧеревашко Р.Є.
2015р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Найменування пропозиції, яка впроваджена

Методика розрахунку пасажирообміну зупиночних пунктів на основі результатів вибіркового обстеження міських маршрутів табличним методом.

Ким запропоновано

Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ), кафедра транспортних систем і логістики, автор – Гончаренко С. Ю.

Де, коли, для яких цілей впроваджено

Вказана методика була впроваджена при виконанні науково-дослідної роботи з розробки раціонального варіанту маршрутної мережі м. Олександрія Кіровоградської області.

Напрямки, результати, ефективність впровадження

Методика визначення пасажирообміну зупиночних пунктів методом вибірових обстежень дозволила скоротити кількість замірів на маршрутній мережі при умові збереження високого ступеню достовірності результатів.

Отримані дані є основою для визначення закономірностей формування місткостей зупиночних пунктів та формування матриць маршрутних кореспонденцій.

В результаті отримано матрицю мережових кореспонденцій на основі вибіркового обстеження автобусних маршрутів міста.

Висновки, зауваження, пропозиції

Розроблена методика може бути використана при формуванні матриці мережових кореспонденцій в середніх містах на основі результатів вибіркового обстеження табличним методом за умови незначної кількості пересадок пасажирів в маршрутній мережі.

Заступник начальника управління
економіки міської ради,
начальник відділу промислової
політики та підприємництва

Трофименко С.В.

"17" 12 2015р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник міського голови

Загрудна С.П.

"12" грудня 2015 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Найменування пропозиції, яка впроваджена

Методика визначення місць пересадки пасажирів на маршрутній мережі під час проведення обстежень табличним методом.

Ким запропоновано

Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ), кафедра транспортних систем і логістики, автор – Гончаренко С. Ю.

Де, коли, для яких цілей впроваджено

Вказана методика була впроваджена при виконанні робіт з розробки раціонального варіанту маршрутної мережі міста Нікополь.

Напрямки, результати, ефективність впровадження

Методика визначення місць пересадки на маршрутній мережі дозволяє на основі даних про пасажирообмін зупиночних пунктів по виконуваних рейсах локалізувати транспортні вузли, в яких виконується зміна маршрутів пасажирів. Використання даної методики дозволило знизити трудомісткість проведення обстежень на маршрутній мережі на 62 відсотки від загальної кількості замірів при суцільному обстеженні. При цьому на основі заданого рівня довірчої імовірності та використання інформації про закон розподілу місткостей зупиночних пунктів забезпечується необхідний рівень достовірності результуючих даних. Отримана інформація про кіль-

кість пасажирських кореспонденцій, що прямують з пересадками, стала підґрунтям для визначення коефіцієнту пересадковості на мережі та оцінки ефективності функціонування міського пасажирського транспорту.

Висновки, зауваження, пропозиції

Використання методики забезпечує отримання достовірної інформації для моделювання попиту населення міста на транспортне обслуговування міським пасажирським транспортом.

Начальник управління економічної
політики Нікопольської міської ради



Сідько С. Д.

"_____" грудня 2015 р.

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспортних систем
Кафедра транспортних систем і логістики

„ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

проф.  П.П. Гладкий

« _____ » 2016 р.

АКТ

**про впровадження результатів дисертаційної роботи Гончаренко С.Ю.
«Визначення попиту на послуги пасажирського маршрутного транспорту в середніх містах», яка представляється на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.22.01 – «Транспортні системи»**

Комісією в складі завідувача кафедри транспортних систем і логістики, д.т.н., проф. Горбачова П.Ф., заступника завідувача кафедри транспортних систем і логістики, к.т.н., доц. Россолова О.В., доцента кафедри транспортних систем і логістики, к.т.н., доц. Нефьодова М.А. складено акт про те, що результати кандидатської дисертації Гончаренко Сергія Юрійовича у вигляді методики визначення транспортного попиту в середніх містах на основі вибіркового обстеження табличним методом впроваджено у навчальний процес кафедри транспортних систем і логістики при викладанні дисципліни «Моделювання транспортних систем» у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті для студентів, які навчаються за спеціальністю 275 – «Транспортні технології (за видами)».

Зав. кафедрою ТСЛ,
д.т.н., професор



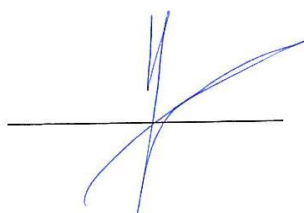
П.Ф.Горбачов

заст. зав. кафедрою ТСЛ,
к.т.н., доцент



О.В. Россолов

к.т.н., доцент



М.А. Нефьодов