

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Львівська політехніка»

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Півторак Галина Василівна

УДК 656.072

ДИСЕРТАЦІЯ
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ
ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ ТЕОРІЇ
КОРИСНОСТІ З ВИПАДКОВИМ ВИБОРОМ

Спеціальність 05.22.01 – Транспортні системи

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

Г. В. Півторак

Науковий керівник - Жук Микола Миколайович, кандидат технічних наук,
доцент

Львів – 2021

АНОТАЦІЯ

Півторак Г.В. Визначення параметрів мережі міських пасажирських перевезень на основі моделей теорії корисності з випадковим вибором. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи» – Національний університет «Львівська політехніка», Міністерство освіти і науки України, Львів, 2021.

Прийняття рішень у сфері транспорту здійснює значний вплив не тільки на транспортну систему, а й на функціонування міста загалом та на його сприйняття як комфортного для проживання середовища. Обґрунтованість значень параметрів мережі міських пасажирських перевезень дозволить визначити складові попиту на переміщення та ефективно надати послуги з переміщення з одночасним підвищенням їх комфортності та покращенням екологічних параметрів.

У роботі вдосконалено класичну чотириетапну модель визначення попиту шляхом врахування впливу вузлів зовнішнього транспорту та переміщень, пов'язаних з ними, розраховано загальну матрицю переміщень та розподіл пасажиропотоків міською територією. Для цього пропонується використати моделі теорії корисності з випадковим вибором.

Під час виконання роботи сформовано перелік критеріїв вибору користувачами виду вузла зовнішнього транспорту: напрямок переміщення, тривалість поїздки, вартість поїздки та часовий період відправки. Для вибору режиму переміщення міською територією сформовано мультиноміальну логіт-модель, у якій враховано соціоекономічні характеристики користувача (вік, вид зайнятості, наявність власного автомобіля) та тривалість переміщення. Проведено анкетні дослідження для збору даних про характеристики переміщень, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту. З використанням програмного середовища Statistica розраховано коефіцієнти функцій корисності для оцінки ймовірності вибору певної альтернативи з переліку запропонованих.

На основі цих даних у програмному середовищі PTV Visum розроблена модель розрахунку попиту на переміщення з розподілом за режимами, яка враховує привабливість вузлів зовнішнього транспорту на етапі визначення привабливості транспортних районів. Переміщення, пов'язані з вузлами зовнішнього транспорту, враховано на етапі розрахунку матриць кореспонденцій.

У роботі вперше запропоновано метод розрахунку привабливості вузлів зовнішнього транспорту на основі їх бальної оцінки, запропоновано враховувати при формуванні матриці переміщень міською територією поїздки, пов'язані з вузлами зовнішнього транспорту, сформовано мультиноміальні моделі вибору виду вузла зовнішнього транспорту та режиму переміщень міською територією під час переміщень.

Результати дисертаційної роботи можуть бути використані для визначення параметрів мережі міських пасажирських перевезень, а саме: для моделювання пасажиропотоків, що генеруються та притягуються транспортними районами, з урахуванням привабливості вузлів зовнішнього транспорту, і їх розподілу міською територією за режимами руху; та для розробки розкладів руху на маршрутах ГПТ, що є складовою науково-практичного завдання обґрунтування проектних рішень щодо вдосконалення параметрів міської пасажирської мережі.

Ключові слова: пасажиропотік, матриця кореспонденцій, режим руху, вузол зовнішнього транспорту, моделювання попиту, мультиноміальна логіт-модель, функція корисності, анкетні дослідження.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз

1. Pivtorak H. Development of a multinomial logit-model to choose a transportation mode for intercity travel / M. Zhuk, H. Pivtorak, V. Kovalyshyn, I. Gits // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – №3/3 (105). – P. 69 – 77. (Scopus)

2. Півторак Г.В. Оцінка притягуючої здатності вузлів зовнішнього транспорту Львова / Жук М.М., Півторак Г.В. // Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 30 (69), № 6 - 2019. - С. 162 – 169. (Index Copernicus)

Статті у фахових виданнях України

3. Півторак Г.В. Аналіз методів вибору контрольних точок маршруту громадського транспорту для визначення моменту корекції розкладу руху / А. Б. Білоус, Г. В. Півторак // Автошляховик України. - 2017. - № 1-2. - С. 48-51.

4. Півторак Г.В. Дослідження тривалості простою маршрутних транспортних засобів на зупинках громадського транспорту Львова / Г. В. Півторак // Автошляховик України. - 2019. - № 2. - С. 17 – 23.

5. Півторак Г.В. Прогнозування вибору виду транспорту у разі міських переміщень на основі класифікаційних дерев рішень / Жук М.М., Півторак Г.В., Гіць І.І., Козак М.М.// Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 31 (70), № 4 - 2020. - С. 221 – 226.

6. Півторак Г. В. Оцінка впливу зміни параметрів функції переваги на розподіл попиту на переміщення між транспортними районами міста / Півторак Г. В., Голомовзий В. М., Жила М. П. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : науковий журнал. – 2020. – № 2 (15). – С. 118–126.

7. Півторак Г.В. Оцінка тривалості посадки-висадки пасажирів на зупинці громадського транспорту в залежності від кількості маршрутів / Жук М.М., Півторак Г.В. // Науковий журнал «Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті» — Луцьк: Луцький НТУ, 2016. - № 1(5). - С.73 – 77.

8. Півторак Г.В. Оцінка регулярності руху транспортних засобів на міському автобусному маршруті з точки зору пасажирів за допомогою програмного модуля в середовищі Python / Жук М.М., Півторак Г.В. // Вісник НУ «ЛП». Серія «Динаміка, міцність та проектування машин і приладів» — Львів:, 2016. - № 836. - С.168 – 173.

9. Півторак Г.В. Оцінка впливу умов руху та характеристик міських автобусних маршрутів на вибір зупинок як контрольних точок / Півторак Г.В., Вариницька О.В. // «Вісник СХУ ім.В.Даля» — Сєверодонецьк:, 2016. - № 1 (255). - С.166 – 169.

Статті у інших виданнях України

10. Halyna Pivtorak. About passenger travels demand modeling in urban transportation systems / Mykola Zhuk, Halyna Pivtorak // Transport Technologies. Lviv Polytechnic National University. – 2020. – Volume 1, Number 1, P. 45 – 53.

11. Pivtorak H. Analysis of demand for public transport service in Lviv city / Gits I., Zhuk M., Pivtorak H.// Transport Technologies. – 2020. – Vol. 1, № 2. – P. 57–64.

Опубліковані праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

12. Галина Півторак, Андрій Білоус. Визначення добових періодів зміни часу оборту на маршруті з допомогою кластерного аналізу / Всеукраїнська науково-теоретична конференція «Проблеми з транспортними потоками і напрями їх розв’язання»: тези доповідей, 26 – 28 березня 2015 року – Львів, НУ «ЛП», ст. 79 – 81.

13. Півторак Г.В. Моделювання попиту на громадський транспорт з використанням програмного середовища VISION VISUM / Міжнародна науково-практична конференція «Логістичне управління та безпека руху на

транспорті»: тези доповідей, 4 – 8 травня 2015 року – Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля, ст. 144 – 146.

14. Півторак Г.В. Розробка моделі оцінки регулярності руху транспортних засобів на міському автобусному маршруті з точки зору пасажирів / Збірник тез доповідей XII науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку економіки і підприємництва та комп'ютерних технологій в Україні», 4 – 8 квітня 2016 року - Л: ННППТ НУ «ЛП», ст. 41 – 43.

15. Півторак Г.В. Дослідження тривалості часу простою автобуса на зупинці громадського пасажирського транспорту / Збірник тез доповідей Другої Всеукраїнської науково-практичної конференції «Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні», 17 – 18 березня 2016 року - Львів: Видавництво Львівської політехніки, ст. 92 – 94.

16. Pivtorak Halyna. Topological analysis of efficiency of transportation network (at the example of Lviv city) / Zhuk Mykola, Pivtorak Halyna. // III Всеукраїнська науково-теоретична конференція «Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання»: тези доповідей, 28 – 30 березня 2019 року – Львів, НУ «ЛП», ст. 50 – 51.

17. Півторак Г.В. Особливості формування баз даних для моделей частоти поїздок в маршрутних мережах міста / Жук М.М., Півторак Г.В. // IX Міжнародна науково-практична конференція «Транспорт і логістика: проблеми та рішення»: тези доповідей, 22 – 24 травня 2019 року – Одеса, Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля, Одеський національний морський університет, ст. 228 – 230.

18. Pivtorak H. Using relative neighborhood graphs for analyzing the network of external transport hubs (at the example of Lviv city) / Zhuk M., Pivtorak H. // Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем: збірник тез I міжнародної науково-технічної Інтернет-конференції, (Рівне, 21–23 травня 2019 року). – 2019. – С. 71–73.

19. Півторак Г.В. Порівняння мереж вузлів зовнішнього транспорту значних міст на основі теорії графів / Півторак Г.В., Булишин Н.А., Козак М.М., Жила М.П. // International scientific and practical conference «Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience»: тези доповідей, 27 – 28 September 2019 year – Wloclawek, Republic of Poland, P. 181 – 184.

20. Півторак Г. Визначення характеристик міських поїздок Львова / Жук М., Півторак Г. // Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем: збірник тез Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції, (Рівне, 28–29 листопада 2019 року). – 2019. – С. 51–52.

21. Півторак Г. Оцінка додаткових витрат часу маршрутних транспортних засобів перед регульованими перехрестями / Півторак Г., Булишин Н. // Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем: збірник тез Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції, (Рівне, 28–29 листопада 2019 року). – 2019. – С. 68–69.

22. Півторак Г. Аналіз мережі транспортно-пересадочних вузлів міста Львова / Півторак Г., Жила М. // Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем: збірник тез II Міжнародної науково-технічної Інтернет-конференції, (Рівне, 25–27 березня 2020 року). – 2020. – С. 68–69.

23. Півторак Г.В. Оцінка розподілу переміщень за режимами з врахуванням мети поїздки (у м. Львові) / Півторак Г.В., Жила М.П. // Транспортні технології та безпека дорожнього руху: збірник тез Всеукраїнської науково-практичної конференції (Запоріжжя, 14–15 квітня 2020 року). – 2020. – С. 44–46.

24. Півторак Г.В. Оцінка якості систем громадського транспорту найкрупніших міст на основі показника насиченості / Півторак Г.В., Гіць І.І. // Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва:

міжгалузеві диспути: матеріали ІХ міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 16 жовтня 2020 року). – 2020. – С. 660–666.

25. Півторак Г.В. Прогнозування вибору виду транспорту при переміщенні з метою покупок на основі побудови дерева рішень / Півторак Г.В., Козак М.М. // Науково-прикладні аспекти автомобільної і транспортно-дорожньої галузей: матеріали VI всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Луцьк, 26 – 27 червня 2020 року). – 2020. – С. 114–117.

SUMMARY

Pivtorak G.V. Determination of parameters of urban passenger transportation network based on models of random utility theory. – Manuscript.

Dissertation for the Candidate of Technical Sciences degree on specialty 05.22.01 “Transport systems” – Lviv Polytechnic National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2021.

Decision-making in the branch of transport has a significant impact not only on the transport system but also on the functioning of the city as a whole and on its perception as a comfortable living environment. The validity of the values of the parameters of the urban passenger transport network will allow to determine the components of the demand for movement and effectively provide transport services while increasing their comfort and improving environmental parameters.

The selection criteria are determined and their specific weight is determined, the classical four-stage demand model is improved by taking into account the influence of external transport hubs and related movements, the general matrix of movements and distribution of passenger flows in the city is calculated. For this purpose, it is offered to use random utility models.

During the work, a list of criteria for users to choose the type of ETH: the direction of movement, duration of the trip, the cost of the trip, and the time period of departure. To select the mode of city movement, a multinomial logit model was formed, which takes into account the socio-economic characteristics of the user (age, type of employment, availability of own car) and duration of movement. Questionnaires were conducted to collect data on the characteristics of movements associated with external transport hubs. Using the Statistica software environment, the coefficients of utility functions are calculated to estimate the probability of choosing a certain alternative from the list of proposed ones.

Based on these data in the software environment PTV Visum developed a model for calculating the demand for movement with the modes choice, which takes into account the attractiveness of ETH at the stage of determining the attractiveness

of transport zones. Movements related to external transport hubs are taken into account at the stage of calculation of origin-destination matrices.

For the first time, the method of calculation of attractiveness of external transport hubs on the basis of their score estimation is offered, it is offered to consider in formation of a matrix of movements by city territory the trips connected with ETH, developed the multinomial models of a choice of type to ETH and mode choice for movements by city territory.

The results of the dissertation can be used to determine the parameters of the urban passenger transport network, namely to model passenger flows generated and attracted by transport zones, taking into account the attractiveness of external transport hubs, and their distribution in urban zones by modes choices, and to develop timetables public transport routes, which is a component of the scientific and practical task of substantiation of design decisions to improve the parameters of the city passenger network.

Key words: passenger flow, origin-destination matrix, mode choice, external transport hub, demand modeling, multinomial logit model, utility theory, questionnaires.

AUTHOR'S PUBLICATIONS ON THE SUBJECT OF THE THESIS

Articles in scientific and professional journals

1. Pivtorak H. Development of a multinomial logit-model to choose a transportation mode for intercity travel / M. Zhuk, H. Pivtorak, V. Kovalyshyn, I. Gits // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – №3/3 (105). – P. 69 – 77. (Scopus)

2. Pivtorak H.V. Otsinka prytrahuiuchoi zdatnosti vuzliv zovnishnoho transportu Lvova / Zhuk M.M., Pivtorak H.V. // Vcheni zapysky TNU im. V.I. Vernadskoho. Serii: Tekhnichni nauky. Tom 30 (69), № 6 - 2019. - S. 162 – 169. (Index Copernicus)

3. Pivtorak H.V. Analiz metodiv vyboru kontrolnykh tochok marshrutu hromadskoho transportu dlia vyznachennia momentu korektsii rozkladu rukhu / A. B. Bilous, H. V. Pivtorak // Avtoshliakhovyk Ukrainy. - 2017. - № 1-2. - S. 48-51.

4. Pivtorak H.V. Doslidzhennia tryvalosti prostoiu marshrutnykh transportnykh zasobiv na zupynkakh hromadskoho transportu Lvova / H. V. Pivtorak // Avtoshliakhovyk Ukrainy. - 2019. - № 2. - S. 17 – 23.

5. Pivtorak H.V. Prohnozuvannia vyboru vydu transportu u razi miskykh peremishchen na osnovi klasyfikatsiinykh derev rishen / Zhuk M.M., Pivtorak H.V., Hits I.I., Kozak M.M.// Vcheni zapysky TNU im. V.I. Vernadskoho. Serii: Tekhnichni nauky. Tom 31 (70), № 4 - 2020. - S. 221 – 226.

6. Pivtorak H. V. Otsinka vplyvu zminy parametriv funktsii perevahy na rozpodil popytu na peremishchennia mizh transportnymy raionamy mista / Pivtorak H. V., Holomovzyi V. M., Zhyla M. P. // Suchasni tekhnolohii v mashynobuduvanni ta transporti : naukovi zhurnal. – 2020. – № 2 (15). – S. 118–126.

7. Pivtorak H.V. Otsinka tryvalosti posadky-vysadky pasazhyriv na zupyntsi hromadskoho transportu v zalezhnosti vid kilkosti marshrutiv / Zhuk M.M., Pivtorak H.V. // Naukovi zhurnal «Suchasni tekhnolohii v mashynobuduvanni ta transporti» — Lutsk: Lutskiyi NTU, 2016. - № 1(5). - S.73 – 77.

8. Pivtorak H.V. Otsinka rehuliarnosti rukhu transportnykh zasobiv na miskomu avtobusnomu marshruti z tochky zoru pasazhyra za dopomohoiu prohramnoho modulua v seredovyshti Python / Zhuk M.M., Pivtorak H.V. // Visnyk NU «LP». Serii «Dynamika, mitsnist ta proektuvannia mashyn i pryladiv» — Lviv:, 2016. - № 836. - S.168 – 173.

9. Pivtorak H.V. Otsinka vplyvu umov rukhu ta kharakterystyk miskykh avtobusnykh marshrutiv na vybir zupynok yak kontrolnykh tochok / Pivtorak H.V., Varynytska O.V. // «Visnyk SNU im.V.Dalia» — Sieverodonetsk:, 2016. - № 1 (255). - S.166 – 169.

Articles in other journals

10. Halyna Pivtorak. About passenger travels demand modeling in urban transportation systems / Mykola Zhuk, Halyna Pivtorak // Transport Technologies. Lviv Polytechnic National University. – 2020. – Volume 1, Number 1, P. 45 – 53.

11. Pivtorak H. Analysis of demand for public transport service in Lviv city / Gits I., Zhuk M., Pivtorak H.// Transport Technologies. – 2020. – Vol. 1, № 2. – P. 57–64.

Abstracts of the conferences

12. Halyna Pivtorak, Andrii Bilous. Vyznachennia dobovykh periodiv zminy chasu obertu na marshruti z dopomohoiu klasternoho analizu / Vseukrainska naukovo-teoretychna konferentsiia «Problemy z transportnymy potokamy i napriamy yikh rozviazannia»: tezy dopovidei, 26 – 28 bereznia 2015 roku – Lviv, NU «LP», st. 79 – 81.

13. Pivtorak H.V. Modeliuvannia popytu na hromadskyi transport z vykorystanniam prohramnoho seredovyshta VISION VISUM / Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Lohistychne upravlinnia ta bezpeka rukhu na transporti»: tezy dopovidei, 4 – 8 travnia 2015 roku – Skhidnoukrainskyi natsionalnyi universytet im. V.Dalia, st. 144 – 146.

14. Pivtorak H.V. Rozrobka modeli otsinky rehuliarnosti rukhu transportnykh zasobiv na miskomu avtobusnomu marshruti z tochky zoru pasazhyra / Zbirnyk tez dopovidei XII naukovo-praktychnoi konferentsii «Problemy ta perspektyvy rozvytku

ekonomiky i pidpryiemnytstva ta kompiuternykh tekhnolohii v Ukraini», 4 – 8 kvitnia 2016 roku - L: NNIPPT NU «LP», st. 41 – 43.

15. Pivtorak H.V. Doslidzhennia tryvalosti chasu prostoiu avtobusa na zupyntsi hromadskoho pasazhyrskoho transportu / Zbirnyk tez dopovidei Druhoi Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Avtobusobuduvannia ta pasazhyrski perevezennia v Ukraini», 17 – 18 bereznia 2016 roku - Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniky, st. 92 – 94.

16. Pivtorak Halyna. Topological analysis of efficiency of transportation network (at the example of Lviv city) / Zhuk Mykola, Pivtorak Halyna. // III Vseukrainska naukovo-teoretychna konferentsiia «Problemy z transportnymy potokamy i napriamy yikh rozviazannia»: tezy dopovidei, 28 – 30 bereznia 2019 roku – Lviv, NU «LP», st. 50 – 51.

17. Pivtorak H.V. Osoblyvosti formuvannia baz danykh dlia modelei chastoty poizdok v marshrutnykh merezhakh mista / Zhuk M.M., Pivtorak H.V. // IKh Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Transport i lohistyka: problemy ta rishennia»: tezy dopovidei, 22 – 24 travnia 2019 roku – Odesa, Skhidnoukrainskyi natsionalnyi universytet im. V.Dalia, Odeskyi natsionalnyi morskyi universytet, st. 228 – 230.

18. Pivtorak H. Using relative neighborhood graphs for analyzing the network of external transport hubs (at the example of Lviv city) / Zhuk M., Pivtorak H. // Innovatsiini tekhnolohii rozvytku mashynobuduvannia ta efektyvnoho funktsionuvannia transportnykh system: zbirnyk tez I mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi Internet-konferentsii, (Rivne, 21–23 travnia 2019 roku). – 2019. – S. 71–73.

19. Pivtorak H.V. Porivniannia merezh vuzliv zovnishnoho transportu znachnykh mist na osnovi teorii hrafiv / Pivtorak H.V., Bulyshyn N.A., Kozak M.M., Zhyla M.P. // International scientific and practical conference «Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience»: tezy dopovidei, 27 – 28 September 2019 year – Wloclawek, Republic of Poland, P. 181 – 184.

20. Pivtorak H. Vyznachennia kharakterystyk miskykh poizdok Lvova / Zhuk M., Pivtorak H. // Innovatsiini tekhnolohii rozvytku mashynobuduvannia ta efektyvnoho funktsionuvannia transportnykh system: zbirnyk tez Vseukrainskoi naukovo-tekhnichnoi Internet-konferentsii, (Rivne, 28–29 lystopada 2019 roku). – 2019. – S. 51–52.

21. Pivtorak H. Otsinka dodatkovykh vytrat chasu marshrutnykh transportnykh zasobiv pered rehulovanymy perekhrestiamy / Pivtorak H., Bulyshyn N. // Innovatsiini tekhnolohii rozvytku mashynobuduvannia ta efektyvnoho funktsionuvannia transportnykh system: zbirnyk tez Vseukrainskoi naukovo-tekhnichnoi Internet-konferentsii, (Rivne, 28–29 lystopada 2019 roku). – 2019. – S. 68–69.

22. Pivtorak H. Analiz merezhi transportno-peresadochnykh vuzliv mista Lvova / Pivtorak H., Zhyla M. // Innovatsiini tekhnolohii rozvytku mashynobuduvannia ta efektyvnoho funktsionuvannia transportnykh system: zbirnyk tez II Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi Internet-konferentsii, (Rivne, 25–27 bereznia 2020 roku). – 2020. – S. 68–69.

23. Pivtorak H.V. Otsinka rozpodilu peremishchen za rezhymamy z vrakhuvanniam mety poizdky (u m. Lvovi) / Pivtorak H.V., Zhyla M.P. // Transportni tekhnolohii ta bezpeka dorozhnoho rukhu: zbirnyk tez Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Zaporizhzhia, 14–15 kvitnia 2020 r.). – 2020. – S. 44–46.

24. Pivtorak H.V. Otsinka yakosti system hromadskoho transportu naikrupnishykh mist na osnovi pokaznyka nasychenosti / Pivtorak H.V., Hits I.I. // Suchasni vyklyky i aktualni problemy nauky, osvity ta vyrobnytstva: mizhhaluzevi dysputy: materialy IKh mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (m. Kyiv, 16 zhovtnia 2020 roku). – 2020. – S. 660–666.

25. Pivtorak H.V. Prohnozuvannia vyboru vydu transportu pry peremishchenni z metoiu pokupok na osnovi pobudovy dereva rishen / Pivtorak H.V., Kozak M.M. // Naukovo-prykladni aspekty avtomobilnoi i transportno-dorozhnoi haluzei: materialy VI vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (m. Luts'k, 26 – 27 chervnia 2020 roku). – 2020. – S. 114–117.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ | 17 |
| ВСТУП..... | 18 |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА СТАНУ НАУКОВОЇ ДУМКИ ЩОДО ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОПИТУ НА ПОСЛУГИ З ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ | 24 |
| 1.1. Міська транспортна система та її структурні елементи..... | 44 |
| 1.2. Параметри мережі міських пасажирських перевезень та аналіз моделей прогнозування попиту на міські пасажирські перевезення | 29 |
| 1.3. Аналіз моделей дискретного вибору, що застосовуються під час моделювання транспортних процесів | 36 |
| 1.4. Проблематика оцінки впливу вузлів зовнішнього транспорту на формування попиту на переміщення | 32 |
| 1.5. Висновки до розділу | 42 |
| РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯМ КОРИСНОСТІ ПРИ ПЕРЕМІЩЕННЯХ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВУЗЛАМИ ЗОВНІШНЬОГО ТРАНСПОРТУ | 44 |
| 2.1. Принципи формування моделі функціонування міської пасажирської мережі..... | 44 |
| 2.2. Теорія випадкової корисності та її застосування в транспорті | 56 |
| 2.3. Висновки до розділу | 65 |
| РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ У МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ МЕРЕЖАХ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ВУЗЛІВ ЗОВНІШНЬОГО ТРАНСПОРТУ | 66 |
| 3.1. Загальна характеристика мережі вузлів зовнішнього транспорту Львова та оцінка їх привабливості | 66 |

| | |
|--|------------|
| 3.2. Дослідження основних характеристик поїздок, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту | 73 |
| 3.3. Визначення функції корисності вибору типу вузла зовнішнього транспорту..... | 84 |
| 3.4. Визначення режиму переміщення міською територією під час поїздок, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту | 92 |
| 3.5. Висновки до розділу | 100 |
| РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ ТЕОРІЇ КОРИСНОСТІ З ВИПАДКОВИМ ВИБОРОМ..... | 102 |
| 4.1. Створення моделі території міста Львова в PTV Visum..... | 102 |
| 4.2. Визначення величини пасажиропотоків у міській маршрутній мережі | 111 |
| 4.3. Практичні рекомендації щодо врахування переміщень, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту, під час визначення параметрів мережі міських пасажирських перевезень..... | 120 |
| 4.4. Висновки до розділу | 130 |
| ВИСНОВКИ..... | 132 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 134 |
| ДОДАТКИ..... | 150 |

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

ВДМ – вулично-дорожня мережа;
 ВЗТ – вузол зовнішнього транспорту;
 ГПТ – громадський пасажирський транспорт;
 ІТ – індивідуальний транспорт;
 МЛМ – мультиноміальна логіт-модель;
 МПТ – міський пасажирський транспорт;
 МПП – мережа пасажирських перевезень;
 ТЗ – транспортний засіб;
 ТР – транспортний район;
 ТС – транспортна система.

T_{ij} - тривалість переміщення між транспортними районами;
 m - режим руху, який використовується під час переміщення;
 $V_{m/oshd}^i$ – корисність альтернативи для користувача групи i , який вибере режим руху m для переміщення з району відправки o в район призначення d з метою s в період часу h ;
 X_i – атрибути функції корисності;
 β_i – коефіцієнти функції корисності;
 HO_i - кількість відправок з i -ого району (ємність ТР на відправку);
 HP_j - кількість прибуттів в j -ий район (ємність ТР на прибуття).

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Для прийняття ефективних рішень у сфері планування та організації роботи міського транспорту необхідно володіти інформацією про величини та розподіл пасажиропотоків міською територією, що дозволить визначати коректні значення параметрів мережі міських пасажирських перевезень.

Переміщення людей зазвичай здійснюється з певною метою. Залежно від цього відбувається вибір способів переміщення – свідомий чи несвідомий. Розуміння цих процесів дозволяє сформувати адекватну прогностичну модель попиту на переміщення.

Існуючі моделі визначення попиту зазвичай орієнтовані на прогнозування регулярних переміщень (зокрема трудових та навчальних), які є масовішими і, водночас, легше піддаються прогнозуванню. Проте в значних та найзначніших містах велику частку становлять нерегулярні переміщення, врахування яких дозволить точніше оцінити потреби у переміщенні та розробити заходи щодо задоволення цього попиту. Одним з таких видів переміщень є переміщення, пов'язані з вузлами зовнішнього транспорту (ВЗТ).

Функціонування вузлів зовнішнього транспорту відбувається не автономно, а у взаємозв'язку з міською пасажирською мережею. Тому визначення обсягів переміщень, пов'язаних з ВЗТ, та врахування їх у матриці пасажирських кореспонденцій є актуальним завданням, яке дозволить підвищити точність прогнозування попиту на міські пасажирські перевезення (МПП).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційної роботи відповідає науковому напрямку кафедри транспортних технологій Національного університету «Львівська політехніка». Дисертація виконана в межах науково-дослідної роботи «Оптимізація автомобільних транспортних систем та підвищення безпеки дорожнього руху» (номер державної реєстрації 0118U000348 з 2018 року по 2022 рік). Робота виконана згідно з «Транспортною стратегією України на період до 2030 року», схваленою Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р.

№430-р, згідно зі «Стратегією розвитку Львівської області на період до 2020 року», затвердженою рішенням сесії Львівської обласної ради від 29.03.2016 р. № 146, та згідно зі «Стратегією розвитку Львівської області на період 2021-2027 років», затвердженою рішенням сесії Львівської обласної ради від 24.12.2019 р. № 1599-ПР.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є визначення попиту на перевезення пасажирів з урахуванням вузлів зовнішнього транспорту в мережі міських пасажирських перевезень на основі моделей теорії корисності з випадковим вибором.

Для досягнення мети сформульовано такі завдання:

– провести аналіз відомих підходів до визначення параметрів мережі міських пасажирських перевезень;

– провести теоретичні дослідження впливу параметрів мережі міських пасажирських перевезень на функціонування системи громадського пасажирського транспорту;

– провести дослідження формування попиту на основі визначення критеріїв функції корисності, сформувати мультиноміальну логіт-модель вибору режиму переміщення та виду вузла зовнішнього транспорту користувачами міської транспортної системи Львова і перевірити їх на адекватність;

– розробити практичні рекомендації щодо врахування переміщень, пов'язаних із вузлами зовнішнього транспорту, при визначенні попиту на міські пасажирські перевезення.

Об'єкт дослідження – міські пасажирські перевезення.

Предмет дослідження – параметри мережі міських пасажирських перевезень.

Методи дослідження. Під час проведення досліджень використовувались методи наукової ідентифікації та аналізу (під час дослідження літературних джерел), анкетних та натурних досліджень (для збору даних про характеристики та обсяг переміщень), теорії ймовірностей та математичної статистики (для обґрунтування достатньої величини вибірки та оцінки

достовірності результатів моделювання), системного аналізу (для формування переліку чинників, що впливають на вибір користувачами виду вузла зовнішнього транспорту та режиму переміщення міською територією), імітаційного моделювання з використанням програмного продукту PTV Visum (для розрахунку матриць кореспонденцій з розподілом за режимами переміщення), аналітичного моделювання та регресійного аналізу (для розрахунку коефіцієнтів функцій корисності).

Наукова новизна отриманих результатів:

- вперше обґрунтовано критерії та сформовано мультиноміальні логіт-моделі вибору виду вузла зовнішнього транспорту та режиму переміщень користувачів транспортної системи міською територією;

- вдосконалено підходи до визначення характеристик функціонування вузлів зовнішнього транспорту, які, на відміну від існуючих, враховують привабливість ВЗТ;

- набула подальшого розвитку існуюча 4-етапна модель визначення попиту на переміщення, яка враховує вплив вузлів зовнішнього транспорту міста;

- набули подальшого розвитку методи розрахунку матриць кореспонденцій та функції корисності вибору режиму переміщення з урахуванням розширення їх переліку.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані функції корисності вибору виду вузла зовнішнього транспорту та режиму переміщень міською територією до ВЗТ можуть бути використані для розрахунку параметрів мережі міських пасажирських перевезень (величини пасажиропотоків, розподілу пасажиропотоків за напрямками, інтервалу руху транспортних засобів на маршрутах громадського пасажирського транспорту (ГПТ)).

Окремі результати досліджень та розроблена в PTV Visum модель використовуються в навчальному процесі при викладанні дисциплін «Міський пасажирський транспорт» та «Організація і управління міськими пасажирськими перевезеннями» студентам-магістрам спеціальності 275

«Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» (освітня програма «Організація перевезень та управління на транспорті» і освітньо-наукова програма «Розумний транспорт і логістика для міст») кафедри «Транспортні технології» НУ «Львівська політехніка», що підтверджується відповідним актом впровадження.

Результати дисертаційної роботи впроваджені під час планування нерегулярних маршрутів руху з вузлів зовнішнього транспорту міською територією Львова в ТзОВ «ФІРМА ІНТЕРПОСТ» та під час формування розкладів руху міських та приміських пасажирських маршрутів в ТзОВ «Успіх-БМ».

Особистий внесок здобувача. Автором опубліковано особисто та у співавторстві 7 наукових статей у фахових виданнях України, 1 стаття у виданні, яке входить до наукометричної бази Scopus, 1 стаття у виданні, яке входить до наукометричної бази Index Copernicus, 2 статті в інших виданнях, а також 14 тез доповідей на Всеукраїнських та міжнародних конференціях. Автору належать усі наукові результати, що виносяться на захист. У працях, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора полягає в наступному: проведено опрацювання результатів досліджень у програмному середовищі Statistika та визначено коефіцієнти функцій корисності вибору виду вузла зовнішнього транспорту [128]; визначено та обґрунтовано параметри, які характеризують привабливість вузла зовнішнього транспорту, проведено експериментальні дослідження для перевірки результатів розрахунків [120]; визначено діапазони зміни тривалостей посадки-висадки пасажирів та сформовано моделі залежностей [136], сформовано висновки щодо чинників, які найбільше впливають на характеристику зупинки [137], визначено чинники, які характеризують зупинки як контрольні точки [138], проведено та опрацьовано результати анкетних досліджень щодо характеристик міських поїздок з розподілом за їх метою [133], проведено моделювання в PTV Visum для оцінки впливу значень коефіцієнтів функції переваги на розподіл кореспонденцій між транспортними районами [140], зроблено аналіз методів моделювання попиту на міські пасажирські перевезення [94], визначено та

оцінено показники міських поїздок, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту [130].

Апробація результатів дисертації. Основні результати наукових досліджень доповідалися на Всеукраїнській науково-теоретичній конференції «Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання» (м. Львів, НУ «ЛП», 26 – 28 березня 2015 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» (СНУ ім. В. Даля, 4 – 8 травня 2015 р.), XII науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку економіки і підприємництва та комп'ютерних технологій в Україні» (м. Львів, НУ «ЛП», 4 – 8 квітня 2016 р.), II Всеукраїнській науково-практичній конференції «Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні» (м. Львів, НУ «ЛП», 17 – 18 березня 2016 р.), III Всеукраїнській науково-теоретичній конференції «Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання» (м. Львів, НУ «ЛП», 28 – 30 березня 2019 р.), IX Міжнародній науково-практичній конференції «Транспорт і логістика: проблеми та рішення» (м. Одеса, СНУ ім. В. Даля та ОНМУ, 22 – 24 травня 2019 р.), I міжнародній науково-технічній Інтернет-конференції «Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем» (м. Рівне, НУВГП, 21–23 травня 2019 р.), International scientific and practical conference «Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience» (Wloclawek, Republic of Poland, 27 – 28 September 2019 year), Всеукраїнській науково-технічній Інтернет-конференції «Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем» (м. Рівне, НУВГП, 28–29 листопада 2019 р.), II Міжнародній науково-технічній Інтернет-конференції «Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем» (м. Рівне, НУВГП, 25–27 березня 2020 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Транспортні технології та безпека дорожнього руху» (Запоріжжя, ЗНТУ, 14–15 квітня 2020 р.), IX міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути» (м. Київ, 16 жовтня 2020 р.), VI всеукраїнській науково-практичній

конференції «Науково-прикладні аспекти автомобільної і транспортно-дорожньої галузей» (м. Луцьк, ЛНТУ, 26 – 27 червня 2020 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 9 наукових праць, з яких дві у вітчизняних журналах, що входять у наукометричні бази даних (одна – у Scopus і одна – в Index Copernicus), та 7 у наукових фахових виданнях України, а також 2 статті в інших виданнях і 14 тез доповідей на наукових конференціях.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 142 найменування, і 10 додатків. Основна частина роботи викладена на 133 сторінках. Є 51 рисунок та 24 таблиці. Загальний обсяг дисертації – 202 сторінки.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА СТАНУ НАУКОВОЇ ДУМКИ ЩОДО ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОПИТУ НА ПОСЛУГИ З ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1. Міська транспортна система та її структурні елементи

Місто та система міського транспорту є взаємозалежними об'єктами. Структура землекористування, щільність населення та соціально-економічні характеристики впливають на вибір транспортної системи; в той же час, наявність певних транспортних систем змінює доступність земельних ділянок і, отже, вартість землі, викликаючи зміну структури землекористування та форми міста [1].

Більшість дослідників трактують поняття транспортної системи (ТС) як сукупність елементів та взаємодії між ними, які формують як попит на поїздки в певній місцевості, так і надання транспортних послуг для задоволення цього попиту [2 – 5]. Тобто транспортні системи складаються не лише з фізичних та організаційних елементів, але й з попиту на поїздки з одного місця в інше. Цей попит на поїздки у свою чергу є результатом взаємодії між різними економічними та соціальними видами діяльності, розташованими в певній місцевості. Власне, перевезення визначають структуру та розвиток транспортних систем міст.

У роботі [6] транспортна система визначається як система, яка слугує для задоволення потреб людей у перевезенні та відповідності прагненням в перевезенні особи, сім'ї, громади та бізнесу. Вразливість та стійкість (здатність підтримувати або швидко відновлювати свою функціональність після перебоїв) ТС має дуже важливе значення для добробуту сучасного суспільства [7].

Для ідентифікації транспортних систем визначаються елементи і зв'язки, що її формують. Процес ідентифікації складається з трьох етапів [8]:

- визначення просторових характеристик;

- визначення часових інтервалів;
- визначення компонентів попиту на поїздки.

Процес визначення просторових характеристик складається з трьох фаз:

- визначення району дослідження;
- зонування території;
- ідентифікація основної мережі.

Ці три фази обов'язково передують побудові будь-якої моделі транспортної системи, оскільки вони визначають просторовий масштаб системи та рівень її просторової агрегації [8].

При визначенні часових інтервалів потрібно пам'ятати, що характеристики попиту та пропозиції в подорожах змінюються залежно від вибраного діапазону часу (день, тиждень, місяць тощо). Загалом можна виділити три види часових змін характеристик системи [9]:

- Довгострокові зміни чи тенденції на глобальному рівні. Відхилення в довгостроковому періоді часто є результатами структурних змін в соціально-економічних показниках.
- Циклічні (сезонні) зміни, що виникають протягом періоду аналізу. Ці зміни повторюються циклічно і їх можна спостерігати шляхом порівняльного аналізу кількох циклів.
- Зміни між періодами. Це випадкові коливання попиту та пропозиції протягом певних стабільних періодів, спричинені важко прогнозованими чинниками (наприклад, ДТП чи проведення масового заходу в місті).

Визначення компонентів попиту на поїздки відіграє центральну роль в аналізі та моделюванні транспортних систем, оскільки більшість транспортних проектів намагаються задовольнити цей попит.

Поїздки населення, зазвичай, не є самоціллю, а допоміжною діяльністю, пов'язаною з трудовою, навчальною діяльністю, потребами в покупках чи відпочинку тощо. Відповідно, поїздка – це акт переміщення з одного місця в інше з використанням одного чи кількох видів транспорту з метою здійснення однієї чи кількох видів діяльності. Отже, потік попиту можна визначити як

кількість користувачів з певними характеристиками, що споживають певні послуги, пропоновані транспортною системою за певний період часу [10].

Основою функціонування транспортної системи міста є взаємозв'язок між попитом та пропозицією (рис. 1.1) [11]:

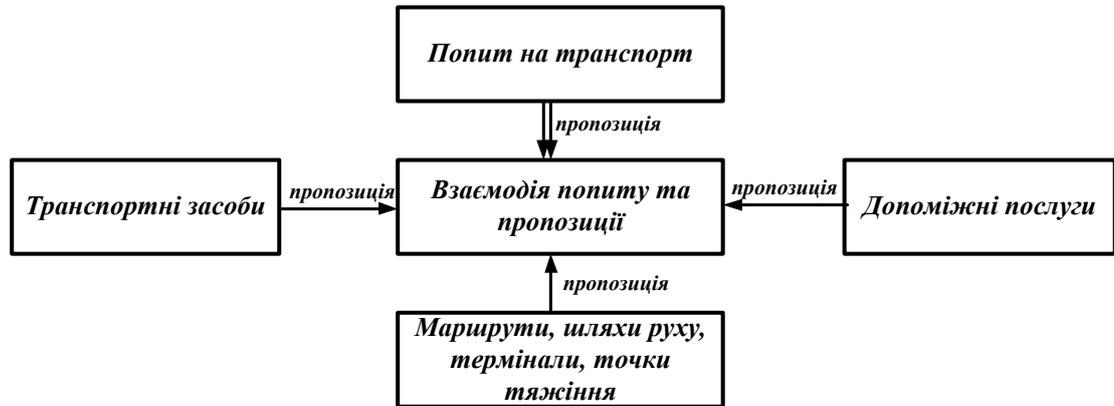


Рис. 1.1. Взаємозв'язок між попитом та пропозицією в транспортній системі (згідно [11])

Як видно з рис. 1.1, основним елементом транспортної системи, який характеризує пропозицію, є мережа міського пасажирського транспорту (МПТ), тобто «пов'язана територіально і в часі сукупність маршрутів усіх або окремих видів міського пасажирського транспорту, які обслуговують міські пасажирські перевезення в межах заданої маршрутної мережі» [12].

Для того, щоб мережа міських пасажирських перевезень (МПП) забезпечувала задоволення попиту, вона має відповідати певним основним вимогам [13]:

- відповідати розподілу пасажиропотоків за напрямками і забезпечувати максимально можливу прямолінійність та безпересадковість переміщень і мінімальні витрати часу на поїздку;
- бути максимально скоординованою в просторі і часі між маршрутами різних видів МПТ та з системою приміського та міжміського транспорту;
- бути гнучкою до коригування та оптимізації при змінах пасажиропотоків, викликаних розвитком міста чи іншими чинниками.

Автор Біліченко В.В. пропонує таку систему прийняття рішень щодо вдосконалення маршрутної мережі МПП [14] (рис. 1.2):



Рис. 1.2. Система прийняття рішень щодо вдосконалення маршрутної мережі МПП (згідно з [14])

При формуванні чи вдосконаленні маршрутної мережі виділяють два основних підходи:

- на основі матриці кореспонденцій (інформації про кількість пасажирів, які виконують чи бажають виконати переміщення між парою транспортних районів за певний період часу [15 – 17]);
- на основі конфігурації існуючої маршрутної мережі.

При застосуванні другого підходу отримані результати є простішими до впровадження, оскільки базуються на вже існуючій маршрутній мережі і не вимагають кардинальної зміни маршрутів та, відповідно, значних капіталовкладень. Проте перший підхід більше відповідає запитам населення.

Незалежно від обраного підходу, маршрутизація міських пасажирських перевезень має кілька обов'язкових етапів [12]:

1. Моделювання маршрутної мережі міста (з допомогою різноманітних спеціалізованих програмних продуктів).
2. Визначення потреб населення у перевезеннях.
3. Формування множини маршрутів, які є конкурентоздатними між собою.
4. Вибір раціонального набору маршрутів.

Оцінити стан пасажирської мережі та своєчасно приймати рішення щодо вдосконалення роботи міського пасажирського транспорту можна з допомогою інформаційної логістичної системи міського пасажирського транспорту [18]. Структурно ця система складається з двох блоків – бази даних та банку моделей (рис. 1.3).

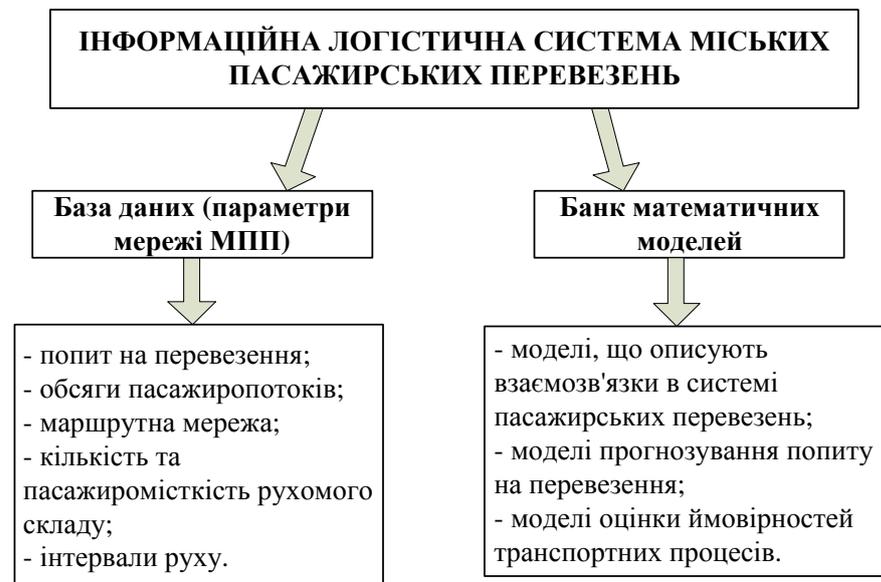


Рис. 1.3. Структура інформаційної логістичної системи міських пасажирських перевезень (згідно з [18])

Попит на транспорт за своєю суттю є динамічним і змінюється залежно від технологічних, просторових, соціальних та демографічних чинників, до яких можна віднести рівень добробуту населення і володіння транспортними засобами (ТЗ), наявність та якість місць для паркування, щільність ВДМ, вартість поїздки (ціни на паливо, наявність платних доріг, вартість паркування тощо), зручність та швидкість переміщення різними режимами руху

(приватним чи громадським транспортом, пішохідного та велосипедного руху), схеми забудови землі, звички та очікування подорожуючих [19, 20].

Інформація про попит на транспортні потреби мешканців міста є основою для розробки заходів, спрямованих на вдосконалення організації пасажирських перевезень [21]. Відповідно, точність прогнозування попиту на перевезення безпосередньо впливає на правильність вирішення завдань з транспортного планування [22, 23].

Для вирішення завдань, пов'язаних з прогнозуванням, найчастіше використовуються методи моделювання процесу формування пасажиропотоків [22, 24].

1.2. Параметри мережі міських пасажирських перевезень та аналіз моделей прогнозування попиту на міські пасажирські перевезення

Моделювання є необхідною складовою транспортного планування, що підтверджується нормативними документами [25]. Воно включає прогнозування майбутніх потреб у поїздках, виявлення потенційних проблем та пропонування загальних рішень передбачуваних транспортних проблем. Практичний підхід до транспортних досліджень полягає у вирішенні транспортних проблем, спочатку вирішуючи їх у моделі, а потім впроваджуючи рішення в реальному світі [26]. Основна складність моделювання та аналізу в галузі транспорту полягає в потребі відтворити автентичне транспортне середовище в лабораторних умовах, оскільки реальні умови є дуже складними для моделювання і залежними від багатьох чинників [27].

Модель попиту на переміщення – це математична залежність між потоками попиту на переміщення та їх характеристиками з одного боку та даними про активності та системи транспортування і їх характеристики – з іншого. У зарубіжних публікаціях залежно від класифікаційного критерію виділяють такі групи цих моделей [8]:

- за типом вибору: моделі мобільності (mobility or context models) та моделі подорожей (travel models);
- за послідовністю вибору: моделі, основані на поїздках (trip-based demand models), моделі ланцюжків поїздок (trip chaining models) та моделі на основі діяльностей (activity-based models);
- за рівнем деталізації попиту: дезагреговані моделі (disaggregate models) та сукупні моделі (aggregate models).

У вітчизняній літературі пропонується така класифікація [17]:

- статистичні методи: анкетні методи, методи коефіцієнтів росту, метод Фратара;
- синтетичні методи: гравітаційні, ентропійні, метод проміжних можливостей;
- ймовірнісні методи: моделі дискретного вибору, моделі безпосереднього попиту, моделі множинної кореляції, інтервальна концепція формування попиту.

Тип застосовуваної математичної моделі визначається залежно від початкових даних та необхідного результату.

Дослідження українських та зарубіжних вчених спрямовані на вдосконалення цих базових моделей. Наприклад, в роботі [28] автори пропонують спосіб моделювання транспортних систем за принципом «знизу вгору». Тобто, спершу формується план діяльності окремого індивіда, і на основі пов'язування послідовних діяльностей в різних місцях переміщеннями формується попит на поїздки. Після генерації попиту вибираються властивості подорожі. На цей процес впливають два типи чинників: характеристики варіантів вибору (тривалість шляху, характеристики точки тяжіння тощо) та психологія і поведінка індивіда (його вимоги до зручності поїздки, особисті побажання тощо).

І.Ф. Шпильовий [29] розробив комплексну методику визначення попиту на пасажирські перевезення, яка передбачає автоматизований збір та обробку вихідної інформації щодо обстеження пасажиропотоків, визначення рухомості

населення та моделювання процесу вибору оптимального маршруту слідування пасажиром до місця призначення з урахуванням часу поїздки, інтервалів руху ТЗ на маршруті та неузгодженості інтервалів на різних маршрутах.

Кара І.А. [30] пропонує визначати пасажиропотоки на основі масивів даних операторів стільникового зв'язку. Авторка розробила алгоритм формування матриці кореспонденцій жителів міста між парами зон дії антен стільникового зв'язку, на основі яких формуються маршрути переміщень. Оцінка привабливості маршрутів визначається з урахуванням вартості проїзду, наповненості салону ТЗ та інтервалу руху.

Автори [31] стверджують, що використання для збору інформації про переміщення даних петлевих детекторів, таксі з GPS і ANPR-камер (камер автоматизованого розпізнавання номерних знаків) допоможе збільшити точність отриманої матриці кореспонденцій. Отримана матриця дозволяє оцінити загальну інтенсивність руху на ВДМ міста.

Автор Гончаренко С.Ю. [32] розглядає процес визначення попиту на послуги МПТ у середніх містах на основі результатів вибіркового натурного обстеження пасажирообміну зупинкових пунктів маршрутної мережі з подальшим моделюванням матриць рейсових кореспонденцій з допомогою імітаційного моделювання та агрегуванням їх у загальну мережеву матрицю добових переміщень міською територією.

У працях Россолова О.В. та Горбачова [17, 33] запропоновано вдосконалення інтервальної концепції визначення попиту, згідно з якою достовірні значення матриці кореспонденції між транспортними районами знаходяться в межах між мінімальним та максимальним значенням транспортної роботи, яка продукується при виконанні цих переміщень. В роботі акцент робиться на трудові переміщення, і, відповідно, ємність транспортних районів з відправки та прибуття визначається на основі щільності населення та щільності місць прикладання праці. Згідно з дослідженнями Любого Є.В. [34, 35], для малих міст застосування цієї концепції є недоцільним через занадто широкий діапазон можливих станів матриць кореспонденцій.

Автори [36] пропонують використовувати для моделювання попиту елементи нечіткої логіки. Територія моделювання спершу поділяється на великі транспортні райони (ТР) першого рівня, а потім на дрібніші ТР другого рівня. Елементи матриці кореспонденцій розраховуються за виразом:

$$M_{ij} = \frac{2^{\frac{1}{\ln 2} C_{M_{ij}}}}{n_i n_j \sum_{r=1+m_B(i)}^{m_e(i)} \sum_{s=1+m_B(j)}^{m_e(j)} 2^{\frac{1}{\ln 2} C_{M_{rs}}}} T_{ij}, \quad (1.1)$$

де $n_i n_j$ - кількість ТР першого та другого рівня відповідно;

T_{ij} - тривалість переміщення між транспортними районами;

$C_{M_{ij}}, C_{M_{rs}}$ - компоненти, які визначаються з допомогою нечіткої логіки з врахуванням таких показників, як відстань від зупинкових пунктів мережі до потенційних точок тяжіння.

Більшість методів, що представляють попит на пасажирські перевезення у вигляді матриці кореспонденцій, передбачені для моделювання трудових переміщень [37]. Моделюванню попиту на переміщення з іншою метою приділяється недостатньо уваги.

1.3. Аналіз моделей дискретного вибору, що застосовуються під час моделювання транспортних процесів

Моделі дискретного вибору застосовуються у випадку, коли необхідно спрогнозувати вибір між двома чи більше дискретними величинами [17]. Залежно від кількості альтернатив моделі дискретного вибору поділяються на дві групи: моделі бінарного вибору (вибір між двома варіантами) та моделі множинного вибору (коли варіантів три і більше) [38, 39].

Зараз моделі дискретного вибору застосовуються також у сферах економіки, маркетингу, екології тощо, проте перші такі моделі були розроблені

Деніелом Мак-Фадденом та Моше Бен-Аківою для застосування їх у сфері транспортного планування [40]. Вони розглядали множину шляхів і присвоювали кожному з них певну корисність, яка залежала від параметрів шляху (тривалість переміщення, комфортність, кількість пересадок тощо).

Серед моделей дискретного вибору для моделювання переміщень найчастіше використовуються мультиноміальна логіт-модель, однорівнева ієрархічна логіт-модель, багаторівнева ієрархічна логіт-модель, перехресна вкладена логіт-модель, модель узагальненого екстремального значення, пробіт-модель та змішана логіт-модель [8], а також модель EVA.

Модель EVA, запропонована Дітером Лозе [41], передбачає поділ переміщень на вісім груп залежно від мети поїздки. Функція визначення величини кореспонденції має вигляд:

$$V_{ijk} = \frac{P(A_i) \cdot P(E_j) \cdot P(M_k) \cdot P(W|A_i \cap E_j \cap M_k)}{\sum_i \sum_j \sum_k P(A_i) \cdot P(E_j) \cdot P(M_k) \cdot P(W|A_i \cap E_j \cap M_k)} \cdot V, \quad (1.2)$$

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

$P(E_j)$ – ймовірність того, що переміщення закінчиться в транспортному районі j ;

$P(M_k)$ – ймовірність того, що переміщення виконується k -им видом ТЗ;

V – потік відправки з транспортного району i .

Ймовірність вибору певного виду ТЗ визначається на основі витрат на переміщення (відстань, час, грошові витрати).

Серед логіт-моделей найбільш класичним методом моделювання поведінки користувачів при переміщеннях (вибір способу переміщення, шляху руху тощо) вважається мультиноміальна логіт-модель (МЛМ) [42].

Основою для моделювання вибору серед дискретних альтернатив є теорія випадкової корисності. Вона базується на гіпотезі про те, що кожен індивід намагається максимізувати корисність свого вибору [38].

Людина при здійсненні вибору щодо способу подорожі свідомо чи несвідомо керується складним набором чинників. Цей процес називається модальним вибором. Автори [43] визначають поняття модального вибору як «процес прийняття рішення щодо вибору між різними альтернативами транспорту, який визначається поєднанням окремих соціально-демографічних факторів та просторових характеристик та відбувається під впливом соціопсихологічних факторів».

Виділяють чотири підходи до оцінки модального вибору: раціоналістичний, соціально-географічний, соціально-демографічний та соціально-психологічний [43]. При раціоналістичному підході основну роль відіграють час і вартість переміщення. Соціально-географічний підхід враховує щільність населення, характеристики землекористування тощо. При соціально-демографічному підході основний вплив на вибір мають вік, стать, зайнятість, а при соціально-психологічному – спосіб життя, звички і т. д. Поєднання цих чинників при розробці моделі вибору способу переміщення дозволить точніше оцінити їх вплив на остаточне рішення користувача транспортної системи.

Моделі теорії корисності з випадковим вибором широко використовуються як українськими, так і зарубіжними вченими для моделювання різноманітних транспортних процесів.

Наприклад, Аулін В.В. та Голуб Д.В. [44] розглядають застосування теорії випадкової корисності для визначення привабливості різних типів транспортних засобів, що працюють на маршрутах ГПТ, з урахуванням таких чинників, як вартість, час переміщення та динамічний коефіцієнт використання місткості ТЗ (як числова характеристика рівня комфорту переміщення), а також рівень доходу користувачів транспортних послуг.

Автори [45] довели доцільність використання МЛМ для моделювання попиту на транспорт при оцінці вибору режиму руху між приватним

автомобілем, спільним користуванням автомобілем (car pooling, car sharing) та громадським транспортом на основі таких атрибутів, як час та вартість поїздки в один бік, тривалість паркування, наявність власного автомобіля в домогосподарстві. Дослідження проводилося на основі анкетувань користувачів транспортної системи в м. Палермо (Італія).

Washbrook K., Haider W. та Jaccard M. [46] подали результати досліджень поведінки користувачів при виборі режиму поїздки серед таких варіантів, як власний автомобіль, спільне користування автомобілем (car pooling) та гіпотетичний експрес-автобус (на основі опитувань жителів передмістя Великого Ванкувера, які їздять на роботу власним авто). Сформована авторами МЛМ включає такі атрибути, як вартість паркування та вартість поїздки.

В роботі [47] сформована функція корисності для розрахунку ймовірності вибору режиму руху для переміщень «першої/останньої милі» у м. Пекін (Китай). Можливими альтернативами виступали рух пішки, власний велосипед, велосипед з системи BSS (Bicycle-Sharing Systems) та власний автомобіль. Чинниками функції корисності авторами обрано вік, стать, наявність власного авто і/або велосипеда, відстань доступу та частоту поїздок.

Горбачов П.Ф. у своїй праці сформував функцію привабливості шляху переміщення з дому на роботу громадським пасажирським транспортом у Харкові. Атрибутами функції є тривалість переміщення, коефіцієнт заповнення салону автобуса, вартість поїздки та кількість пересадок [48].

В роботі [49] автори використовували мультиноміальну логіт-модель для вибору альтернативи переміщення для міських мешканців (на прикладі Львова) між приватним транспортом, громадським транспортом та рухом пішки. Автори розглядали такі чинники впливу, як тривалість переміщення, рівень достатку, кількість автомобілів в домашньому господарстві та розмір домашнього господарства.

Білоус А.Б. та Могила І.А. [50] застосували функцію корисності для формування моделі попиту на туристичні поїздки між містами України. Транспортними районами виступали адміністративні області, генеруюча

здатність яких визначалася щільністю населення та величиною середнього доходу. Атрибутами привабливості районів слугували вартість дороги для споживача (відстань, геометрія та якість переміщення) та кількість готельних номерів.

У роботі [51] автори вдосконалюють випадкову корисну модель, пропонуючи так звану випадкову модель мінімізації смутку (random regret minimization model). Автори провели аналіз вибору типу переміщення на основі мети поїздки. Виявилось, що коли для поїздки важливим чинником є пунктуальність (наприклад, робоча поїздка), то користувачі негативно сприймають навіть невелику різницю в характеристиках різних типів переміщень. А в, наприклад, поїздках з метою відпочинку толерантність до різниці в характеристиках є значно вищою. Для перевірки того, чи визначення порогових значень рівня байдужості покращує прогностичну здатність моделі вибору виду транспорту, проведено розрахунки на основі даних опитувань респондентів (Нідерланди). Автори в роботі розглядали три варіанти режиму руху: автомобіль, велосипед та рух пішки. Основою вибору, окрім мети поїздки (робота, навчання, відпочинок, покупки та подорожі), є час переміщення.

Інші дослідники [52] розширили теорію випадкової корисності на основі розрахунку «порогу байдужості» - коли величина різниці корисності двох варіантів переміщення менша за певне значення, користувачі не в змозі її побачити, і тоді вибір здійснюється випадковим чином.

1.4. Проблематика оцінки впливу вузлів зовнішнього транспорту на формування попиту на переміщення

Побудові будь-якої моделі транспортної системи передуює поділ досліджуваної території на транспортні райони [8]. Транспортне районування – це спосіб агрегації індивідуальних потреб користувачів під час використання транспортної мережі для цілей моделювання [15].

Транспортне районування має дві взаємопов'язаних характеристики: кількість районів та їх розмір. Проте чітких і однозначних критеріїв виконання поділу території на райони і, відповідно, визначення цих характеристик, і досі немає. Більшість досліджень підтверджують доцільність проведення районування з урахуванням однорідності території (щодо використання землі та щодо доступності транспортних послуг) [8, 53, 54]. Загалом виділяють чотири основних види доступності транспортних районів (ТР): доступність на основі інфраструктури, доступність на основі місця розташування, доступність на основі індивідуальних характеристик споживача та доступність на основі рівня корисності [55].

Доступність на основі інфраструктури враховує характеристики та ефективність транспортної мережі: довжину, щільність, рівень заторів, середнє значення швидкості руху тощо.

Доступність на основі місця розташування використовується зазвичай при макрорайонуванні. При такій оцінці визначається рівень доступності до точок тяжіння різних видів діяльності (наприклад, кількість робочих місць в межах 30 хв руху від місця генерації потоків). Складніші моделі враховують також обмеження щодо пропускнуої здатності, наявність та вплив конкуренції тощо.

Доступність на основі індивідуальних характеристик користувача враховує потреби індивіда в переміщенні, місце та тривалість діяльності, які йому треба відвідати, його бюджет часу тощо.

Доступність на основі корисності аналізує економічні та інші вигоди, які люди отримують від доступу до просторово розподілених видів діяльності.

Під час визначення меж транспортних районів варто пам'ятати такі правила [15, 16, 56 – 59]:

- залізничні колії, річки та інші перешкоди, а також межі адміністративних районів міста мають бути межами транспортного району і не можуть розділяти його;

- межі транспортного району не можуть проходити через будівлі, споруди, парки тощо;

- межі транспортного району не можуть проходити міською магістраллю з маршрутами, а центр тяжіння району має співпадати з головним транспортним вузлом чи лежати на транспортній мережі;

- зв'язок між сусідніми транспортними районами має, по можливості, відбуватися однією транспортною магістраллю;

- великі пасажиропоглинаючі об'єкти (вокзали, станції метро, ринки, підприємства тощо) з прилеглими територіями виділяються в окремі транспортні райони;

- площу району доцільно корелювати зі швидкістю переміщення – чим більша швидкість, тим більша площа, і навпаки;

- під час планування переміщень громадським транспортом центр тяжіння району доцільно суміщати з зупинкою громадського транспорту.

Варто особливо відмітити, що території з характеристиками генерації та притягання поїздок, що відрізняються від типових (наприклад, транспортні вузли) повинні виділятися в окремі транспортні райони [54, 60].

Сучасні дослідження все частіше звертаються при транспортному районуванні до принципу адаптивного районування, який дозволяє зменшити кількість районів і, відповідно, трудомісткість обрахунків, зберігаючи при цьому точність отриманих результатів [61]. Зокрема в роботі [62] цей підхід застосовується шляхом формування малих районів (висока просторова точність) в місці призначення поїздки та великих районів (низька просторова точність) в місці генерації поїздки.

Автори [63] пропонують поділяти міську територію на райони за ознакою переважаючої частки переміщень в кожному районі: пішохідні райони, райони громадського транспорту та райони, в яких переважає рух приватних автомобілів. При цьому враховуються такі характеристики, як щільність населення, пропозиція ГТ та попит на перевезення.

Автори [64] пропонують свій спосіб транспортного районування – гексагональний метод поділу. Під час використання цього методу територія поділяється на однакові за формою і площею зони (у формі шестикутників). Розмір зон визначається залежно від розміру території моделювання та обчислювальних потужностей використовуваного програмного забезпечення, автори пропонують оптимальне значення радіусу кола, що описує цей шестикутник, рівним 125 м. В результаті мінімізуються внутрішні переміщення в межах району. Координати центра такого району визначаються на основі інформації про місця розташування основних точок тяжіння цієї зони та їх привабливості.

Характеристики транспортних районів є основою для розрахунку моделей попиту [65]. Всі атрибути району умовно прив'язують до однієї точки, яку називають центром району (центроїдом). Центри транспортних районів мають, по можливості, розміщуватися рівновіддалено від меж районів (по відстані та/або тривалості підходу). У транспортних районах з вузлом перетину транспортних ліній за центр приймається цей перетин [16]. Під час планування переміщень громадським транспортом центр тяжіння району доцільно суміщати з зупинкою громадського транспорту [57].

Транспортне районування суттєво впливає на точність результатів побудови матриць кореспонденцій [66]. Під час розподілу міських поїздок розподіл в межах території місць проживання та місць, які є метою поїздки (місця праці, навчання, покупок тощо) мають набагато більший вплив, ніж відстань поїздки [31]. Проте стандартні соціально-економічні змінні (величина населення чи кількість місць праці) не завжди є точними показниками привабливості пункту призначення [67].

Згідно з ДБН Б.2.2-2018 «Планування і забудова територій» [68], елемент планувальної структури найзначнішого, значного або великого міста (тобто, міст з населенням від 250 тис. жителів), який виконує функцію розподілу пасажиропотоків при здійсненні пересадки між різними видами зовнішнього та внутрішнього транспорту або між маршрутами одного або різних видів

внутрішнього пасажирського транспорту, називається транспортно-пересадочним вузлом.

Транспортно-пересадочні вузли забезпечують взаємодію різних видів пасажирського та індивідуального транспорту [69]. Зв'язки, що відбуваються в ТПВ, графічно можна відобразити схемою, поданою на рис. 1.4.

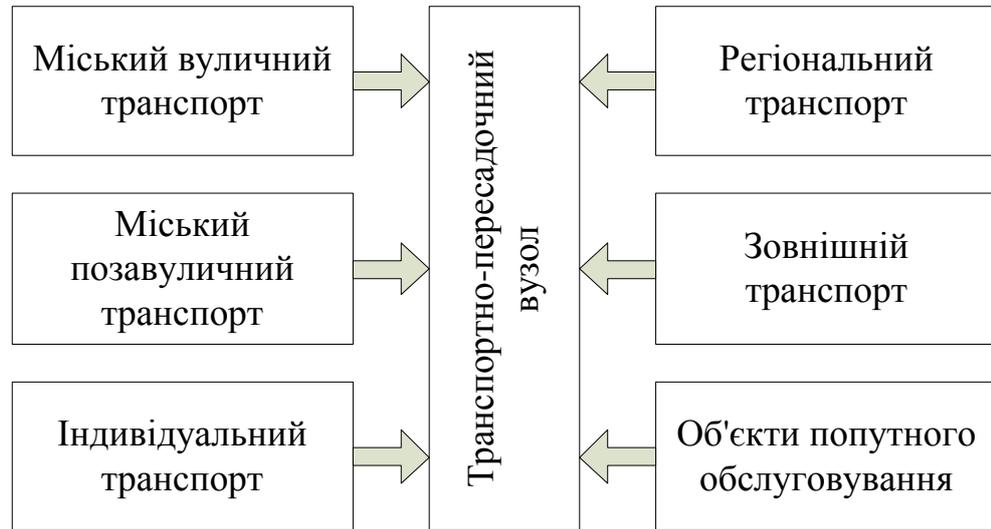


Рис. 1.4. Схема сучасного транспортно-пересадочного вузла [69]

Вузлом зовнішнього транспорту називається комплекс приладів залізничного, водного, повітряного та автомобільного транспорту, що з'єднує місто з навколишнім світом [70, 71]. Фактично, ВЗТ – це вид транспортно-пересадочного вузла, який забезпечує пересадки між різними видами зовнішнього та внутрішнього транспорту.

Провізна здатність вузла зовнішнього транспорту визначається сумарною кількістю пасажирів, які проходять через вузол за одиницю часу (зазвичай годину або добу) [69]. Відповідно, потужність ВЗТ на відправку визначатиметься на основі кількості відправок та пасажиромісткості транспортних засобів, що працюють на маршрутах, а потужність на прибуття – на основі кількості прибуттів і пасажиромісткості [72, 73]. Під час вивчення реальних пасажиропотоків на міжміських та міжнародних маршрутах зазвичай застосовується обліковий метод: опрацьовується інформація про кількість проданих квитків на кожен рейс [74, 75].

Функціонування вузлів зовнішнього транспорту, які розташовані в межах міської території, забезпечується міською транспортною системою, адже саме міська ТС є засобом для переміщення користувачів ВЗТ [76]. У свою чергу, ВЗТ багато в чому визначають належне функціонування транспортної мережі міста загалом [77]. Дослідження підтверджують, що найбільш складна взаємодія між різними видами транспорту відбувається в точках їх стику, тому організація оптимальної їх взаємодії з метою мінімізації витрат часу пасажирів на пересадку сприятиме зростанню привабливості громадського транспорту та зменшенню заторів [78]. Функціонування ВЗТ відбувається на двох рівнях: перший рівень – це пасажиропотоки, що в'їжджають в місто, а другий – розподіл цих потоків міською територією [79]. Відповідно, розглядати ці два рівні потрібно в комплексі.

У роботі [80] для прогнозування попиту на пасажирські перевезення для вузлів зовнішнього транспорту автори використовують генетичний алгоритм та нейронні мережі. Модель прогнозування, розроблена ними, враховує три групи чинників:

- соціальні чинники: кількість населення міста, частка працюючого населення, ВВП та середній рівень доходу на душу населення;
- політичні чинники: політика розвитку міського ГПТ;
- історичний набір даних щодо обсягів перевезень за попередні періоди.

Обмеженням моделі є те, що вона може бути використана тільки на макrorівні для прогнозування сумарної величини річного пасажиропотоку транспортного вузла.

Sato K. та Chen Y. [81] використовують мультиноміальну логіт-модель для оцінки ймовірності вибору споживачем певного режиму переміщення у спільному авіазалізничному вузлі. Автори розглядають два варіанти взаємодії цих видів транспорту – конкуренція та співпраця. Чинниками функції корисності виступають величина тарифу, тривалість подальшої поїздки та частота руху. Проте потужність ВЗТ вважається необмеженою, що може вплинути на отриманий результат.

У роботі [82] аналізуються дані опитувань, проведених в Угорщині, щодо вибору користувачів між автобусом та залізницею. Схожі результати подано в роботі [83] – дані опитувань студентів Кракова щодо їх переваг при виборі способу міжміського переміщення. Чинники, оцінка яких проводилася під час опитування, – час, відстань, доступність, вартість та показники комфорту. Проте в цих роботах подано тільки фактичні ймовірності вибору певного виду транспорту, розраховані на основі аналізу проведених опитувань, але немає сформованої моделі оцінки цього вибору.

Оцінка впливу часу, вартості та якості поїздки на вибір залізниці як способу переміщення при двох альтернативах – залізничний та автобусний транспорт – проведена авторами [84]. Проте дослідники не враховують соціодемографічні характеристики подорожуючого.

Скоординованість міських маршрутів з приміським сполученням та зв'язок вузлів зовнішнього транспорту міськими маршрутами найкоротшим шляхом є важливими вимогами до раціоналізації маршрутної системи міста [85]. Але загалом на сьогодні більшість досліджень функціонування вузлів зовнішнього транспорту пов'язані з вивченням їх внутрішньої роботи. Розгляду впливу ВЗТ на функціонування транспортної системи міста загалом приділяється недостатньо уваги.

1.5. Висновки до розділу

1. Транспортна система визначається більшістю дослідників як комплекс елементів, які формують попит на переміщення та надають транспортні послуги для задоволення цього попиту. Наявність даних щодо характеристик попиту та використання математичних моделей для його оцінки і прогнозування дозволяє оцінити стан пасажирської мережі та своєчасно приймати рішення щодо вдосконалення роботи міського пасажирського транспорту.

2. До параметрів мережі міських пасажирських перевезень відносять попит на переміщення та його розподіл в часі і просторі, інтервали в русі транспортних засобів на маршрутах, пасажиромісткість і ступінь заповнення салону ТЗ та довжину маршрутів ГПТ. Вдосконалення параметрів МПП відбувається на основі матриць кореспонденцій між транспортними районами. Однією зі складових розрахунку є врахування характеристик транспортних районів, які відрізняються від типових. Такими районами, зокрема, є території вузлів зовнішнього транспорту. Визначення критеріїв вибору користувачами виду транспорту для міжміських переміщень є важливим як для планування роботи ВЗТ, так і для оцінки привабливості транспортних районів, що їх окреслюють.

3. Застосування випадкових корисних моделей дозволить визначити ймовірності вибору користувачами виду вузла зовнішнього транспорту та певного режиму переміщення містом. Дослідження поведінки користувачів ВЗТ при переміщенні міською територією дозволить врахувати ці переміщення при формуванні матриці кореспонденцій.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З РОЗРАХУНКОМ КОРИСНОСТІ ПРИ ПЕРЕМІЩЕННЯХ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ВУЗЛАМИ ЗОВНІШНЬОГО ТРАНСПОРТУ

2.1. Принципи формування моделі функціонування міської пасажирської мережі

Модель функціонування міської пасажирської транспортної системи включає чотири блоки [86]:

- модель транспортної мережі;
- модель маршрутної мережі;
- модель потреб пасажирів у перевезеннях (модель попиту на переміщення);
- модель розподілу потоків маршрутною мережею.

В даний час існує багато програмних продуктів для створення транспортних моделей різного рівня складності та розв'язання різного виду транспортних задач. Їх класифікують залежно від сфер застосування: для використання в галузі ескізного планування, для стимуляційного моделювання на макро-, мезо- та мікрорівнях, для оптимізації транспортних потоків, для моделювання попиту на переміщення [87].

Серед програмних продуктів, що застосовуються для моделювання попиту на переміщення, варто відмітити AIMSUN, DRACULA, EMME, TRANSCAD, PTV VISUM, Cube [88, 89].

Програма AIMSUN (Advanced Interactive Microscopic Simulator for URBAN Networks) володіє набором інструментів для аналізу транспортних та пасажирських потоків, зокрема моделювання фіксованих, напівфіксованих або довільних (в режимі таксі) маршрутів перевезень, оцінка розкладів руху,

моделювання ланцюжків переміщень, оцінка привабливості різних транспортних послуг, вибір режимів переміщення тощо [90].

Пакет DRACULA (Dunamic Route Assignment Combining User Learning and Microsimulation), окрім багатьох задач, пов'язаних з моделюванням транспортних потоків, дозволяє також моделювати попит та пропозицію на маршрутах громадського транспорту та наслідки впливу зміни величини попиту на конфігурацію маршрутної мережі.

Програмний продукт ЕММЕ (Equilibre Multimodal, Multimodal Equilibrium) дозволяє моделювати попит на переміщення і здійснювати прогнози транспортної ситуації на рівні міста, регіону чи цілої країни.

TRANSCAD – ще одна потужна геоінформаційна система, яка застосовується для зберігання, управління і аналізу транспортних даних. Тут можна проводити маршрутизацію перевезень, прогнозувати попит на переміщення, моделювати роботу громадського транспорту, вирішувати логістичні задачі тощо.

Cube також дозволяє моделювати попит на пасажирські перевезення.

Одним з найбільш поширених програмних продуктів у галузі транспортного планування є PTV VISUM (рис. 2.1), який дозволяє моделювати транспортну мережу території будь-якої величини. Visum є частиною програмного комплексу PTV Vision, куди, крім нього, ще входять PTV Vissim (застосовується для мікромоделювання, наприклад, функціонування перехрестя) та PTV Viswalk (для моделювання пішохідного руху).

Моделювання в програмному середовищі PTV Visum доцільно проводити з урахуванням рекомендацій, викладених у працях [91 – 95].

При створенні моделі транспортної мережі в PTV Visum спершу вказуються системи транспорту: система приватного транспорту, система громадського транспорту та система руху пішки. Їх можна розбивати на окремі режими, наприклад, для системи ГТ режимами можуть бути автобусні переміщення, переміщення трамваями та переміщення тролейбусами.

На основі електронної карти території створюється модель вулично-дорожньої мережі та вносяться основні характеристики ділянок ВДМ та перехресть. Потім відбувається поділ території на транспортні райони, які прив'язуються до ВДМ з допомогою примикань.

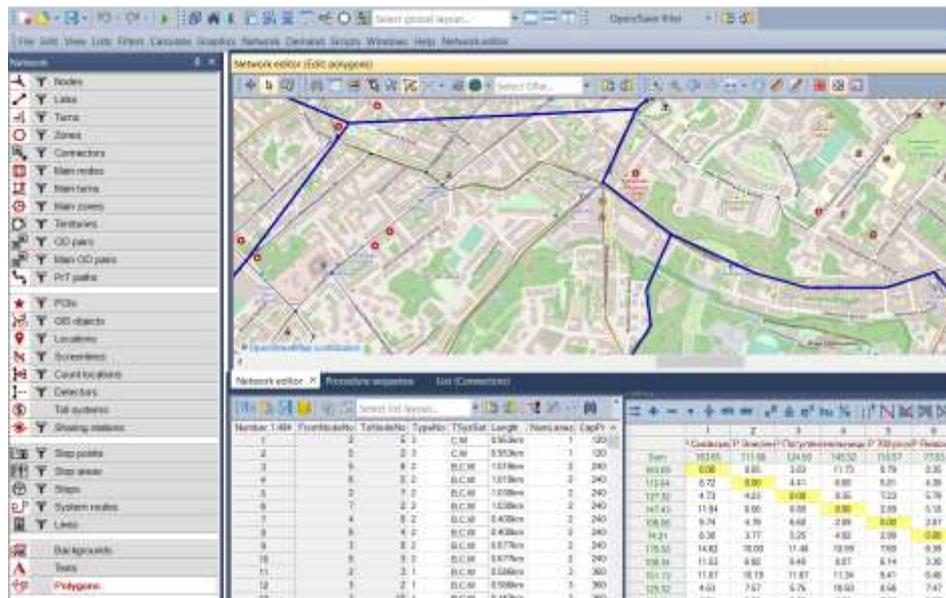


Рис. 2.1. Інтерфейс програми PTV Visum version 2020

Модель маршрутної мережі складається із зупинок громадського транспорту, шляхів руху маршрутів ГПТ та їх розкладів руху.

Основною ціллю транспортної системи є задоволення попиту на транспортні послуги.

Модель попиту на переміщення – це математична залежність між потоками попиту і їх характеристиками з одного боку та даними про активності та системи транспортування і їх характеристиками з іншого.

Потік попиту на переміщення – це сукупність окремих поїздок, кожна з яких є результатом різноманітних виборів, зроблених користувачами транспортної системи. Цей вибір може бути як довгостроковим (наприклад, місце проживання та працевлаштування, рішення про володіння транспортними засобами), так і короткостроковим (частота поїздки, час її виконання, місце призначення, вид транспорту, шлях). Вибір здійснюється з набору доступних альтернатив, які володіють певними характеристиками.

Моделі попиту, що базуються на поїздках, використовуються для визначення середньої кількості переміщень, що володіють певними характеристиками і виконуються в певний період часу.

До характеристик поїздки, які часто вважаються доречними для врахування при моделюванні попиту на основі поїздки, відносять [8]:

i - група користувача (категорія соціоекономічних характеристик);

o, d - райони відправки та призначення переміщення;

s - мета переміщення, чи, точніше, пара цілей (наприклад, дім – робота, навчання – покупки тощо);

h - період часу, коли відбувається переміщення;

m - режим або послідовність режимів руху, які використовуються під час переміщення;

k - шлях переміщення, тобто набір зв'язків (вулиць чи маршрутів), які з'єднують центроїди району відправки o та району призначення d і надають транспортну послугу, що забезпечується режимом m .

Відповідно, формально модель попиту можна записати у вигляді:

$$d_{od}^i[s, h, m, k] = d(SE, T) \quad (2.1)$$

З міркувань аналітичної та статистичної зручності доцільно «розкласти» функцію глобального попиту на добуток підмоделей:

$$d_{od}^i[s, h, m, k] = d_o^i[sh](SE, T) \cdot p^i[d / osh](SE, T) \times p^i[m / oshd](SE, T) \cdot p^i[k / oshdm](SE, T), \quad (2.2)$$

де $d_o^i[sh](SE, T)$ - модель частоти поїздок, яка визначає кількість користувачів класу i , які відправляються з району походження o з метою s в період часу h ;

$p^i[d / osh](SE, T)$ - модель розподілу, яка визначає частку користувачів класу i , які, відправляючись з району відправки o з метою s в період часу h , прибувають у район призначення d ;

$p^i[m / oshd](SE, T)$ - модель вибору, яка визначає частку користувачів класу i , які, відправляючись з району походження o з метою s в період часу h , прибувають у району призначення d , використовуючи режим руху m ;

$p^i[k / oshdm](SE, T)$ - модель вибору шляху руху, яка визначає частку користувачів класу i , які, відправляючись з району походження o з метою s в період часу h , прибувають у район призначення d , використовуючи режим руху m та шлях руху k .

Послідовність підмоделей у (2.2) відображає припущення про порядок прийняття рішень індивідом: особа, яка приймає рішення, спочатку вибирає пункт призначення поїздки з усіх доступних районів призначення, потім режим переміщення з усіх доступних режимів для обраної od пари, а тоді шлях переміщення з набору доступних альтернатив для даного режиму.

Рівняння (2.2), через свою структуру, відоме як чотириетапна модель транспортного попиту [8, 15] (рис. 2.2).

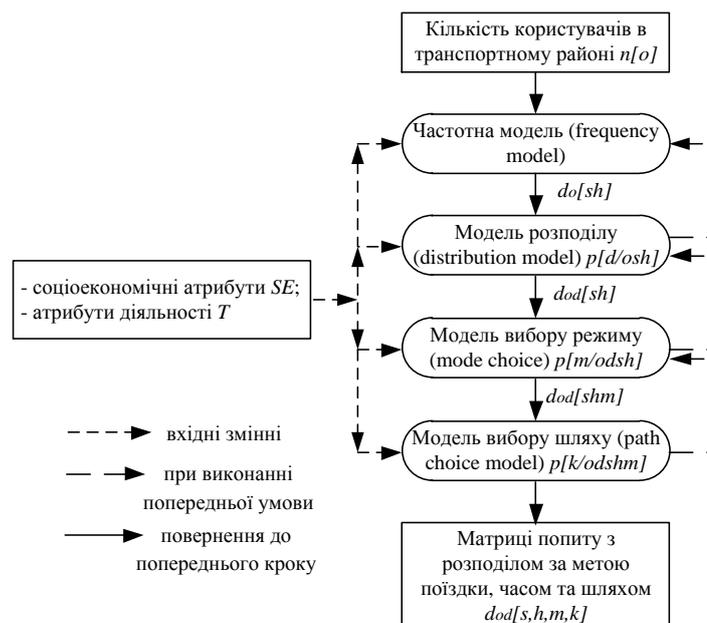


Рис. 2.2. Схема чотириетапної моделі транспортного планування [8]

Модель частоти поїздок оцінює загальну кількість переміщень, які виконують користувачі класу i з метою s протягом часу h з транспортного району o :

$$d_o^i[sh] = n^i[o] \cdot m^i[osh], \quad (2.3)$$

де $n^i[o]$ - кількість користувачів в транспортному районі o , що належать до групи i ;

$m^i[osh]$ - середня кількість поїздок користувача групи i з певною метою s протягом часу h при відправці з району o .

На етапі генерації поїздок оцінюються характеристики транспортних районів як пункту відправки поїздок. Загалом кожен транспортний район слугує пунктом відправки та прибуття поїздок. Відповідно, він має резидентів (наприклад, жителі) і нерезидентів (наприклад, осіб, що працюють чи навчаються в цьому районі). Генерованими певним районом вважаються поїздки, що виконуються резидентами цього району, а притягнутими поїздками – поїздки, що виконуються нерезидентами. Такий розподіл поїздок пояснюється тим, що статистичні дані щодо резидентів є стабільнішими, їх легше отримати і, відповідно, попит на поїздки резидентами простіше спрогнозувати.

Найпоширенішою моделлю генерування поїздок є модель багатофакторного аналізу, у якій поїздки розподіляються за метою і за даними статистичних досліджень визначається середня кількість поїздок домогосподарства залежно від різних чинників. Найчастіше враховуються такі чинники, як розмір домогосподарства (кількість членів сім'ї), рівень доходів, кількість приватних автомобілів в домогосподарстві. На основі цієї інформації формуються так звані класифікаційні таблиці, де подається середня кількість поїздок користувача певного класу, виконана протягом певного періоду часу з певною метою [49, 96, 97]. Ці моделі найдоцільніше використовувати для регулярних поїздок (дім – робота, дім – навчання тощо).

Більш складними вважаються регресійні моделі, які визначають кількість переміщень з певною метою як функцію (зазвичай, лінійну) від змінних, що відповідають групі цього користувача і району походження [8]:

$$m^i[osh] = \sum_j \beta_j \cdot X_{jo}^i, \quad (2.4)$$

де X_{jo}^i - середнє значення соціально-економічних змінних (дохід, кількість приватних автомобілів тощо);

β_j - коефіцієнт, що характеризує ступінь впливу змінної X_{jo}^i на загальну кількість поїздок.

Для представлення нерегулярних поїздок зазвичай використовується модель теорії корисності з випадковим вибором. В межах цієї моделі середню кількість переміщень одного користувача можна визначити за рівністю:

$$m^i[osh] = \sum_x x \cdot p^i \cdot \left[\frac{x}{osh} \right] \cdot (SE, T), \quad (2.5)$$

де $p^i \cdot \left[\frac{x}{osh} \right] \cdot (SE, T)$ – ймовірність того, що користувач з транспортного району o виконає x поїздок з метою s протягом часу h .

Кількість альтернатив в цьому випадку залежить від періоду часу аналізу. Якщо h є коротким періодом, то ймовірність виконання більше ніж однієї поїздки можна ігнорувати, і вибірка складається з двох альтернатив: одна поїздка або відсутність поїздки ($x = 0, 1$). Для більш тривалих періодів часу вибір вибірки обмежується альтернативами ($x = 0, 1, 2, \text{більше}$).

Для прогнозування частоти вибору поїздки $p^i \cdot \left[\frac{x}{osh} \right]$ у формулі (2.5)

найчастіше застосовуються бінарна або мультиноміальна логіт-модель:

$$p^i \cdot \left[\frac{x}{osh} \right] = \frac{\exp(V_x^i / \theta_o)}{\sum_{j=0, \dots, n} \exp(V_j^i / \theta_o)}. \quad (2.6)$$

Зазвичай функції корисності включають змінні, що характеризують домогосподарство (наприклад, його розмір чи наявність автомобіля) чи особу (наприклад, вік, стать, професійний статус), а також територію відправки і особливо її доступність щодо можливих напрямків мети поїздки.

При розподілі поїздок між районами вони розподіляються за метою: трудові, навчальні, ділові (щодо робочих питань), побутові (в магазини чи сервісні служби), соціально-культурні тощо [98]. Також доцільно поділяти поїздки на ті, які виконані в піковий період, та міжпікові. Відповідно, **моделі розподілу** виражають ймовірність $p^i \left[\frac{d}{osh} \right]$ здійснених поїздок користувачами групи i , що їдуть до місця призначення d , відправляючись з транспортного району o , з метою s в період часу h .

Моделі розподілу розділяють на описові та поведінкові.

Однією з найвідоміших описових моделей розподілу є гравітаційна модель, назва якої походить від її схожості з законом гравітації Ньютона. У своєму типовому формулюванні ця модель передбачає фактичний потік попиту $d_{od}[sh]$ для кожної пари відправки/призначення od :

$$d_{od}[sh] = \alpha \cdot d_o \cdot [sh] d \cdot d[sh] \cdot f(C_{od}), \quad (2.7)$$

де α – константа;

$d_o \cdot [sh]$ і $d \cdot d[sh]$ – представляють, відповідно, суму поїздок, що відправляються з o , і суму поїздок, що прибули в d з метою s протягом часу h ;

C_{od} - змінна, пов'язана з узагальненими транспортними витратами;

$f(C_{od})$ - функція опору, яка спадає зі зменшенням транспортних витрат.

Зазвичай ця функція виражається рівняннями вигляду:

$$\begin{aligned}
 f(C_{od}) &= \exp(-\beta \cdot C_{od}) \\
 f(C_{od}) &= C_{od}^{-\beta} \\
 f(C_{od}) &= C_{od}^{-\beta} \cdot \exp(-\beta \cdot C_{od})
 \end{aligned}
 \tag{2.8}$$

Константа α зазвичай замінюється двома показниками, які залежать від зон походження та призначення (подвійна модель з обмеженою гравітацією):

$$d_{od}[sh] = A_o \cdot B_d \cdot d_o \cdot [sh]d \cdot d[sh] \cdot f(C_{od}) \tag{2.9}$$

Де:

$$\begin{aligned}
 A_o &= \frac{1}{\sum_d B_d \cdot d \cdot d' \cdot f(C_{od'})} \\
 B_d &= \frac{1}{\sum_o A_o \cdot d_o \cdot f(C_{od'})}
 \end{aligned}
 \tag{2.10}$$

Два вищеподані рівняння є взаємозалежними, і тому константи – це невідомі величини нелінійної системи рівнянь, яку можна вирішити з допомогою ітеративної процедури.

Формування транспортних пар між районами залежать від чинників, які можна розділити на дві групи [15]:

Топологічні, пов'язані з щільністю та взаємним розміщенням пунктів генерації та притягання кореспонденцій;

Генетичні, пов'язані з характером розташування пунктів генерації та притягання поїздок, чисельністю та структурою населення тощо.

Відповідно, виділяють чотири класи задач моделювання кореспонденцій (табл. 2.1) [15]:

Таблиця 2.1

Класифікація задач моделювання кореспонденцій між транспортними районами

| Генетичні чинники | Топологічні чинники | |
|---|---|---|
| | Високий рівень дискретності | Низький рівень дискретності |
| Детермінований характер транспортних зв'язків | Клас 1. Задачі пошуку оптимальних транспортних зв'язків | Клас 3. Задачі розподілу поїздок мережею з урахуванням детермінованого попиту |
| Ймовірнісний характер транспортних зв'язків | Клас 2. Задачі планування окремих транспортних зв'язків з урахуванням ймовірнісних чинників попиту на перевезення | Клас 4. Задачі розподілу поїздок мережею з урахуванням поведінкових моделей |

До задач класу 1 відносяться задачі планування вантажних перевезень. Це зазвичай оптимізаційні задачі, які мають цільову функцію техніко-економічного змісту. Прикладами таких задач є транспортна задача закріплення споживачів за постачальниками, задачі маршрутизації дрібногуртових перевезень тощо.

Задачі класу 2 виникають при плануванні приміських та міжміських пасажирських перевезень різними видами транспорту. Найбільш поширеною моделлю цього класу є гравітаційна модель [4, 99 – 101].

До класу 3 відносять задачі визначення трудових кореспонденцій у транспортних системах, де чітко відомі місця прикладання праці та їх потужності. У цьому класі моделей теж найпоширенішими є гравітаційні моделі, проте вони дещо ускладнені врахуванням додаткових умов.

Другою групою моделей третього класу є динамічні моделі, які визначають перспективний ріст об'єму перевезень на основі існуючого, зокрема модель загального чинника росту, модель середнього арифметичного чинника росту, модель середнього геометричного чинника росту (детройтський метод) та метод Фратара [41, 102 – 104].

До задач класу 4 відносять задачі формування пасажирських кореспонденцій для всіх видів поїздок, включно з культурно-побутовими та рекреаційними. Це в основному ентропійні моделі, представлені у вигляді нелінійної оптимізаційної задачі математичного програмування [17, 105, 106].

Моделі вибору режиму використовуються для розрахунку ймовірності ($p^i[m/oshd]$) того, що користувач групи i вибере режим m для переміщення з TP o до TP d з метою s в період часу h .

На етапі вибору режиму переміщення чинники впливу поділяють на три групи:

- характеристики виду транспорту;
- соціально-економічні характеристики населення;
- характеристики поїздки.

Ці чинники входять у модель як незалежні змінні.

Найпростішими моделями вибору режиму переміщення є ентропійні моделі, що відображають залежність між певним чинником (наприклад, тривалістю поїздки) та часткою користувачів того чи іншого виду транспорту.

Більш складними є моделі, основані на ймовірнісному дискретному виборі, у яких у якості критерію вибору використовується максимізація корисності для користувача чи мінімізація його витрат.

Зазвичай у моделі вибору режиму альтернативою виступають окремі режими транспортування. У деяких випадках можуть застосовуватися «змішані» режими, тобто комбінація різних режимів (наприклад, автомобіль + автобус). Визначення можливих альтернатив вибору залежить від виду досліджуваної транспортної системи і є особливо важливим для моделей вибору режиму: не всі можливі режими переміщення доступні для всіх видів поїздок через об'єктивну неможливість (наприклад, особистий автомобіль не є альтернативою вибору для користувача, який не має водійських прав) чи через те, що такий режим не сприймається як альтернатива в певному виді переміщення (наприклад, моторизовані режими не можуть розглядатися для дуже коротких переміщень).

При моделюванні досить складно врахувати всю сукупність чинників, які впливають на процес вибору користувачем режиму свого переміщення [22]. Визначення набору цих чинників для опису різних ситуацій, що виникають у процесі транспортного обслуговування, є однією з основних задач під час формування транспортної моделі [21].

Систематичні функції корисності моделей вибору режиму зазвичай включають показники рівня послуг та соціально-економічні атрибути. Прикладом показників рівня послуг можуть бути час подорожі (з або без врахування часу посадки/висадки, часу очікування), грошові витрати, регулярність руху, кількість пересадок тощо. Ці атрибути мають від'ємні коефіцієнти, оскільки вони зазвичай негативно сприймаються користувачем.

Соціоекономічні ознаки включають характеристики особи, яка приймає рішення, або її домогосподарства. Типовими прикладами таких характеристик є вік, стать, дохід сім'ї, наявність автомобіля та водійської ліцензії.

У більш складних випадках деякі атрибути можуть одночасно залежати від характеристик як послуги, так і користувача. Наприклад, грошову вартість переміщення можна співвідносити з доходом користувача або диференціювати залежно від рівня доходу різними коефіцієнтами.

Стосовно форми функції, то мультиноміальна логіт-модель вибору режиму часто представляється виглядом:

$$p^i [m / oshd] = \frac{\exp(V_{m/oshd}^i)}{\sum_m \exp(V_{m/oshd}^i)}, \quad (2.11)$$

де $V_{m/oshd}^i$ – корисність альтернативи для користувача класу i , який вибере режим руху m для переміщення з району відправки o в район призначення d з метою s в період часу h .

На сьогодні модальний розподіл є найкращим показником оцінки якості транспортної системи міста [107 – 109].

На четвертому етапі 4-етапної моделі транспортного планування поїздки розподіляються мережею, тобто прогнозується, яким саме шляхом виконуватиметься переміщення між транспортними районами. Під час поїздок індивідуальним транспортом чи пішому переміщенні вибір проводитиметься між різними варіантами шляху вулично-дорожньою мережею, а під час поїздок громадським транспортом – між різними альтернативами маршрутів руху ГПТ.

2.2. Теорія випадкової корисності

Теорія корисності широко застосовується дослідниками для аналізу прийняття рішень в умовах невизначеності [110]. Альфред Маршалл вперше розвинув думку, що корисність може бути виміряна певними одиницями. Він вивів закон спадної граничної корисності – чим більший обсяг певного блага у індивіда, тим менші витрати, які він готовий нести для придбання наступної одиниці цього блага при інших рівних умовах [111]. З точки зору Маршалла такими витратами є гроші. З точки зору транспортування такими витратами можуть бути як фінансові витрати на переміщення, так і витрати часу чи сил [112].

Під час застосування теорії корисності варто пам'ятати про ряд припущень щодо поведінки індивідів [113]:

- ряд альтернатив, які мають користувачі, має бути обмеженим, а альтернативи – взаємовиключними;
- індивідуальні вподобання користувачів під час оцінки альтернатив можна представити функцією корисності, яка має певні параметри (залежно від характеристик альтернатив та характеристик користувачів);
- користувач обирає ту альтернативу, яка принесе йому найбільшу корисність;
- оскільки функція корисності містить в собі показники, що характеризують конкретного споживача, то під час вибору серед

однакового набору альтернатив різні користувачі можуть обрати різні варіанти;

- припускається, що невраховані чинники, що можуть впливати на величину корисності, є випадковими та рівномірно розподіленими.

Моделювання вибірки альтернатив полягає в тому, що індивід i робитиме вибір з набору чітко вказаних наявних альтернатив I^i . Якщо такого чіткого набору альтернатив немає, то необхідно змоделювати склад можливого набору рішень для користувача. Ця проблема вирішується двома принципово різними підходами. Непрямий підхід включає в себе атрибути самої моделі вибору, пов'язані з наявною альтернативою. Явний підхід використовує окрему модель для представлення генерації набору виборів.

Перший (неявний, непрямий) підхід використовується в багатьох специфікаціях випадкових моделей корисності. Деякі атрибути відіграють роль проксі-змінних, представляючи наявність чи сприйняття певної альтернативи. Наприклад, змінна, що рівна відношенню кількості автомобілів до кількості водійських дозволів у домогосподарстві, часто використовується для представлення альтернативи власного автомобіля в моделях вибору режиму.

У явному (прямому) підході ймовірність вибору альтернативи j для особи i , яка приймає рішення, зазвичай виражається через двоступеневу модель вибору:

$$p^i[j] = \sum_{I^i \in G^i} p^i[j, I^i] = \sum_{I^i \in G^i} p^i[j / I^i] p^i[I^i], \quad (2.12)$$

де I^i - загальний набір альтернатив (виборів) для користувача i , який здійснює вибір;

G^i - множина, яка складається з усіх можливих ненульових наборів вибору для користувача i , який здійснює вибір;

$p^i[j, I^i]$ - спільна ймовірність того, що користувач i , який здійснює вибір, вибере альтернативу j і що I^i є його вибірка виборів.

$p^i[j / I^i]$ - ймовірність того, що користувач i , який здійснює вибір, вибере альтернативу j з вибірки виборів I^i ;

$p^i[I^i]$ - ймовірність того, що I^i є вибіркою виборів для користувача i .

Явний підхід, хоча він цікавий та послідовний з теоретичної точки зору, може створювати деякі обчислювальні проблеми. Кількість всіх можливих наборів вибору (множина G^i) зростає експоненціально з ростом кількості альтернатив, що дуже ускладнює обчислення ймовірності вибору (2.12).

Проміжний підхід, названий Implicit Availability Perception (IAP), замість того, щоб визначати, доступна альтернатива чи ні, вважає, що альтернатива може мати проміжні рівні доступності для того, хто приймає рішення (для користувача). Вибір користувача, який приймає рішення, розглядається як нечітка множина; вибір не представлений як набір булевих змінних (1 – альтернатива доступна, 0 – альтернатива недоступна), а як набір неперервних змінних $\mu_l(j)$, визначених на інтервалі $[0;1]$. Таке представлення може використовуватися, наприклад, у випадку, коли теоретично альтернатива доступна, але не повністю сприймається користувачем для певної подорожі через суб'єктивні (наприклад, відсутність інформації, стан здоров'я, обмеження у часі) або об'єктивні (наприклад, погодні умови) чинники. Очевидно, що екстремальні значення $\mu_l(j)$ тут також можливі у випадку повної доступності та сприйняття альтернативи j чи навпаки.

Модель враховує різні рівні доступності та сприйняття альтернативи шляхом безпосереднього введення відповідного функціонального перетворення у функцію корисності альтернативи:

$$U_j^i = V_j^i + \ln \mu_l^i(j) + \varepsilon_j^i, \quad (2.13)$$

де U_j^i - сприйнята корисність альтернативи j для користувача i , який здійснює вибір;

V_j^i - систематична корисність альтернативи j для користувача i , який здійснює вибір;

ε_j^i - випадковий залишок альтернативи j для користувача i , який здійснює вибір;

$\mu_j^i(j)$ - рівень членства альтернативи j у вибірці виборів I^i для користувача i , який здійснює вибір ($0 \leq \mu \leq 1$).

Таким чином, всі альтернативи можна вважати теоретично доступними. Якщо альтернатива j недоступна ($\mu_j^i(j) = 0$), доданок $\ln \mu_j^i(j)$ формули (2.13) спрямовує сприйнятту корисність U_j^i до мінус нескінченності і ймовірність її вибору до нуля незалежно від значення V_j^i . Якщо, з іншого боку, альтернатива j безумовно доступна і врахована ($\mu_j^i(j) = 1$), то доданок $\ln \mu_j^i(j)$ формули (2.13) рівний нулю.

Оскільки аналітику невідоме істинне значення рівня доступності та сприйняття для кожного користувача i , а, отже, і значення доданка $\ln \mu_j^i(j)$ формули (2.13), то це значення може бути змодельоване як випадкова величина, яка, зі свого боку, може бути виражена як сума їх середніх значень ($E[\ln \mu_j^i(j)]$) і випадковий залишок η_j^i , який визначається різницею $\ln \mu_j^i(j) - E[\ln \mu_j^i(j)]$. Тоді вираз (2.13) набере вигляду:

$$U_j^i = V_j^i + E[\ln \mu_j^i(j)] + \eta_j^i + \varepsilon_j^i \quad (2.14)$$

Застосування теорії корисності відбувається поетапно [114, 115]:

- 1 етап. Попередній аналіз, під час якого відбувається формулювання проблеми та формування переліку можливих варіантів дій;
- 2 етап. Структурний аналіз. Побудова дерева рішень.

- 3 етап. Аналіз невизначеності. Розрахунок значень ймовірності вибору кожного варіанту.
- 4 етап. Аналіз корисності. Розрахунок кількісних оцінок корисності наслідків вибору кожного варіанту.
- 5 етап. Процедури оптимізації. Оптимізація з метою максимізації очікуваної корисності.

Метод побудови дерева рішень є відносно простим у використанні та достатньо ефективним для прогнозування вибору [116].

Дерево рішень складається з «гілок» та «листоків». Листки, які зазвичай зображуються у формі прямокутників, містять атрибути, а гілки – це розгалуження, які відображають альтернативи. Кожна гілка – це можливий результат.

Для побудови оптимального дерева прийняття рішення потрібно на кожному кроці обирати той показник, який найкраще характеризує цільову функцію. Критерієм такого вибору може бути показник ентропії множини A [117]:

$$H(A, S) = - \sum_{i=1}^s \frac{m_i}{n} \log \frac{m_i}{n}, \quad (2.15)$$

де S - певна властивість множини, відносно якої розраховується ентропія;

n - кількість елементів у множині A ;

m - кількість елементів, які володіють властивістю S ;

s - кількість можливих значень властивості S .

На основі розрахованих значень ентропії розраховується показник приросту інформації [117]:

$$Gain(A, Q) = H(A, S) - \sum_{i=1}^q \frac{|A_i|}{|A|} H(A_i, S), \quad (2.16)$$

де A_i - множина елементів A , в якій атрибут Q , який може мати q можливих значень, має значення i .

Щоб уникнути неточності результату через те, що атрибути мають неоднакову кількість значень, розраховується величина поправки показника приросту інформації [117]:

$$SplitInfo(A, Q) = - \sum_{i=1}^q \frac{|A_i|}{|A|} \log_2 \frac{|A_i|}{|A|} \quad (2.17)$$

$$GainRatio(A, Q) = \frac{Gain(A, Q)}{SplitInfo(A, Q)} \quad (2.18)$$

На кожному кроці побудови дерева рішень потрібно обирати той атрибут, для якого скоригований приріст інформації найбільший.

Виділяють два методи для визначення часткової системи моделей попиту на переміщення, що узгоджуються з гіпотезами, що лежать в основі моделей корисності з випадковим вибором. Перший метод визначає модель корисності на всьому шляху виборів як добуток множинних моделей корисності, кожна з яких має таку ж функціональну форму, що й оригінальна модель, але залучає лише підмножину вибору. Для цього підходу можуть бути застосовані мультиноміальна та ієрархічні логіт-моделі: такі моделі особливо підходять для цієї мети.

Припустимо, що систематична корисність, пов'язана з певним альтернативним вибором пари dm (де d – місце призначення, а m – режим), V_{dm} , може бути розбита на частину V_d , яка залежить від місця призначення d , та частину $V_{m/d}$, яка, з урахуванням вибору d , залежить від режиму m . Складова V_d може бути функцією атрибутів місця призначення, незалежно від режиму, який використовується для його досягнення. Показник $V_{m/d}$ є функцією атрибутів як режиму, так і пункту призначення, наприклад, час чи вартість переміщення до транспортного району d за допомогою режиму m від пункту відправки o .

Відповідно, корисність альтернативи md може бути виражена:

$$U_{dm} = V_d + V_{m/d} + \varepsilon_{dm} . \quad (2.19)$$

Припускаючи, що залишки ε_{dm} є розподіленими за законом розподілу Гумбеля з параметром θ , ймовірність вибору альтернативи dm можна представити мультиноміальною логіт-моделлю:

$$p[dm] = \frac{\exp[(V_d + V_{m/d}) / \theta]}{\sum_d \sum_{m/d} \exp[(V_d + V_{m/d}) / \theta]} , \quad (2.20)$$

де d' і m' є загальними індексами, а суми поширюються на всі пункти призначення і на всі режими, доступні для кожного пункту призначення для даного класу користувачів.

Вираз (2.20) вимагає знаходження виразів для ймовірності вибору режиму з урахуванням пункту призначення $p[m/d]$ та вибору місця призначення $p[d]$.

Ймовірність $p[m/d]$ може бути також отримана на основі мультиноміальної логіт-моделі:

$$p[m/d] = \frac{\exp[(V_{m/d}) / \theta]}{\sum_m \exp[(V_{m/d}) / \theta]} . \quad (2.21)$$

Інший спосіб отримати часткову модель полягає у використанні ієрархічних логіт-моделей. У цьому випадку елементарні альтернативи (dm) групуються за призначенням: група I_d містить пари (d, m') для всіх доступних альтернативних режимів m' , які обслуговують місце призначення d . У цьому випадку передбачається, що випадковий залишок ε_{dm} впливає з розподілу

Гумбеля з параметром θ_o , який може бути розбитий на суму двох випадкових величин η_d і $\tau_{m/d}$:

$$U_{dm} = V_{dm} + \varepsilon_{dm} = V_d + V_{m/d} + \eta_d + \tau_{m/d}. \quad (2.22)$$

Поведінкова інтерпретація (2.7) полягає в тому, що особа, яка приймає рішення, сприймає аналогічно альтернативи призначення / режиму, які мають один і той же пункт призначення, але не ті, які мають один і той же режим. На рисунку 2.3 схематично показані дві структури функцій корисності, що відповідають (2.19) і (2.22).

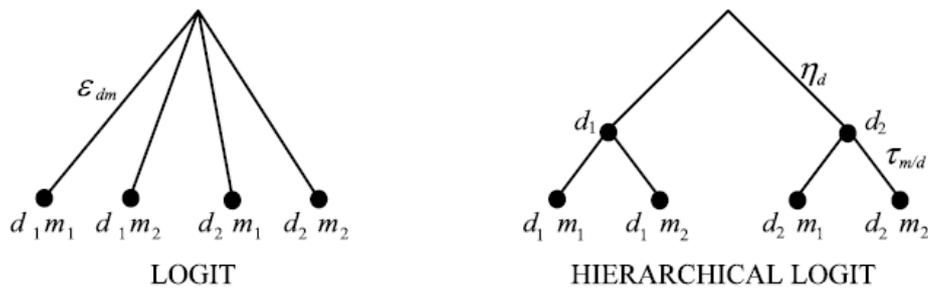


Рис. 2.3. Приклад функціональних структур альтернатив корисності, які відповідають специфіці логіт-моделі та ієрархічної логіт-моделі для двох пунктів призначення і двох режимів [8]

Ймовірність вибору пункту призначення може бути отримана:

$$p[d] = \frac{\exp[V_d / \theta_o + \delta \cdot Y_d]}{\sum_{d'} \exp[V_{d'} / \theta_o + \delta \cdot Y_{d'}]} \quad (2.23)$$

Де

$$\delta = \theta_d / \theta_o \quad (2.24)$$

Ймовірність вибору пари dm може бути розрахована:

$$p[dm] = p[d] \cdot p[m/d] = \frac{\exp[V_d / \theta_o + \delta \cdot Y_d]}{\sum_d \exp[V_d / \theta_o + \delta \cdot Y_d]} \cdot \frac{\exp[V_{m/d} / \theta_d]}{\sum_m \exp[V_{m/d} / \theta_d]} \quad (2.25)$$

Різниця між мультиноміальною логіт-моделлю (2.4) та ієрархічною логіт-моделлю (2.25) полягає в значенні параметра δ , визначеного в (2.24). Цей параметр може приймати значення між 0 і 1; для $\delta = 1$ ієрархічна логіт-модель збігається з мультиноміальною логіт-моделлю.

При врахуванні в моделі попиту переміщень, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту, структура формування функції корисності може набувати вигляду, поданого на рис. 2.4.

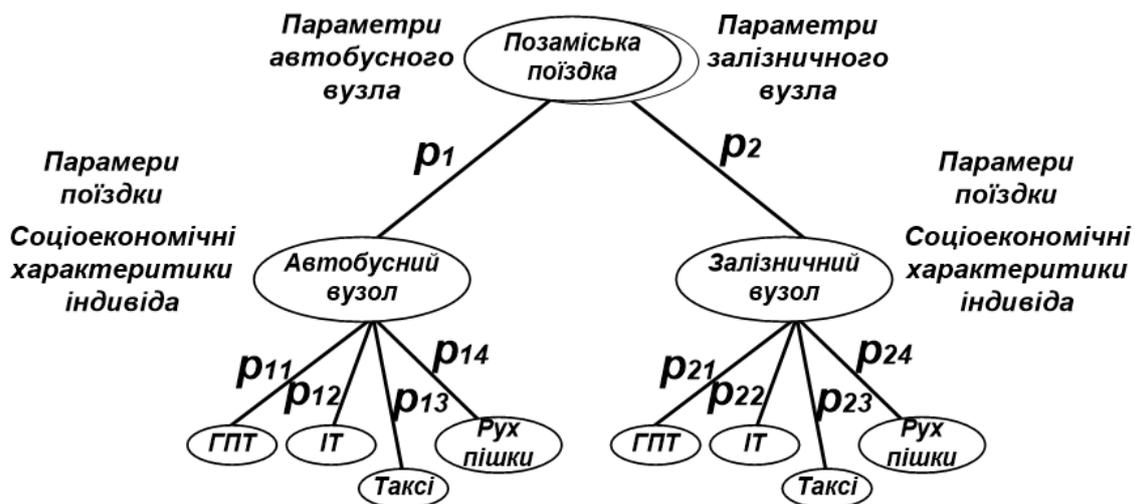


Рис. 2.4. Структура формування функції корисності при моделюванні поїздки до ВЗТ

У роботі під поняттям «автобусний вузол» розуміється ВЗТ, який обслуговує приміські, міжміські та міжнародні автобусні маршрути, а під поняттям «залізничний вузол» - ВЗТ, який обслуговує пасажирські залізничні перевезення.

Тобто пропонується модель типу ієрархічний логіт, при якій спершу відбувається вибір виду вузла зовнішнього транспорту для подальшого виконання позаміської поїздки. Чинниками такого вибору виступають

параметри ВЗТ, і функції корисності для вибору залізничного та автобусного вузлів дозволять оцінити ймовірності цього вибору.

Після вибору ВЗТ користувач здійснює наступний вибір – яким режимом переміщення від добираатиметься до цього вузла. Для оцінки наявних альтернатив (громадський транспорт, приватний автомобіль, таксі чи переміщення пішки) використовуються як соціо-економічні характеристики індивіда, так і параметри самого переміщення (основний параметр – тривалість руху).

Ступінь впливу складових елементів функції корисності оцінюється з допомогою емпіричних коефіцієнтів. Для цього проводяться натурні обстеження та анкетування користувачів транспортних послуг з подальшим статистичним опрацюванням отриманих результатів. Саме складність отримання коефіцієнтів функції корисності відносять до основних недоліків моделей випадкової корисності [118].

2.3. Висновки до розділу

1. Розкрито теоретичні основи визначення попиту на переміщення з використанням класичної чотириетапної моделі транспортного планування для подальшого використання при моделюванні в програмному середовищі Visum.

2. Для проведення розрахунку попиту в рамках вищенаведеної моделі використано теорію корисності, яка довела свою ефективність для розв'язання різного роду транспортних задач.

3. Розроблено структурну схему формування функції корисності для врахування в моделі переміщень, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту.

РОЗДІЛ 3
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ У МІСЬКИХ
ПАСАЖИРСЬКИХ МЕРЕЖАХ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ВУЗЛІВ
ЗОВНІШНЬОГО ТРАНСПОРТУ

3.1. Загальна характеристика мережі вузлів зовнішнього транспорту Львова та оцінка їх привабливості

Місто Львів належить до категорії крупних міст з кількістю жителів 725 тисяч та щільністю населення 3982 особи/км². Враховуючи туристичну привабливість Львова, щороку його відвідують більше 2,5 млн. туристів, а щоденна маятникова міграція мешканців населених пунктів в радіусі 50 км навколо Львова (181 тис. поїздок робочі дні і 79 тис – у вихідні) створює додаткове навантаження на міську транспортну систему. В'їзд та виїзд з міста відбувається через вузли зовнішнього транспорту, яких у Львові є 11: аеропорт, два залізничних вокзали, залізнична станція та сім автостанцій. На рис. 3.1 подано схему розміщення ВЗТ на міській території, а у табл. 3.1 – їх коротку характеристику.

Таблиця 3.1

Основна характеристика вузлів зовнішнього транспорту Львова

| Умовне позначення ВЗТ | Назва та розташування ВЗТ | Основний тип переміщень | Режим роботи | Кількість маршрутів |
|-----------------------|--|-------------------------|--------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| А | Головний залізничний вокзал (пл. Двірцева, 1) | міжміські | цілодобово | 30 |
| В | Приміський залізничний вокзал (вул. Городоцька, 112) | приміські | 4:48-20:55 | 11 |
| С | Станція "Підзамче" (вул. Огіркова, 1) | міжміські | цілодобово | 24 |

Продовження табл. 3.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|------------|--------------|-----|
| D | Автовокзал «Львів» (вул. Стрийська, 109) | міжнародні | 03:45–00:30 | 73 |
| E | Автовокзал «Північний» (вул. Хмельницького, 225) | приміські | 5:40 – 00:30 | 106 |
| F | Автостанція № 4 (вул. Шевченка, 105) | приміські | 6:00 – 22:00 | 31 |
| G | Автостанція № 5 (вул. Зелена, 114) | приміські | 6:30 – 21:00 | 22 |
| H | Автостанція № 6 (вул. Личаківська, 154) | приміські | 4:10 – 21:15 | 36 |
| K | Автостанція № 8 (пл. Двірцева, 1) | міжнародні | 05:50-23:55 | 48 |
| L | Автостанція «Західна» (вул. Городоцька, 359) | приміські | 05:05-21:15 | 50 |
| M | Аеропорт (вул. Любінська, 168) | міжнародні | цілодобово | 41 |

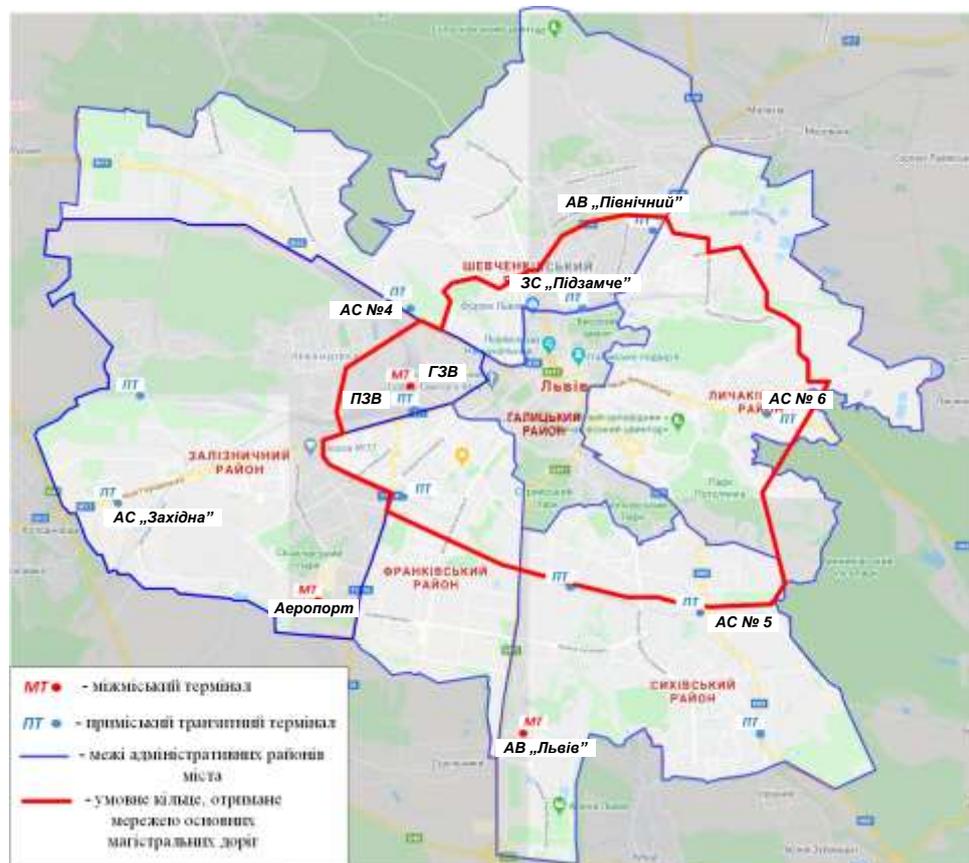


Рис. 3.1. Схема розташування вузлів зовнішнього транспорту Львова

Діаграма на рис. 3.2 відображає розподіл кількості переміщень за типами в кожному ВЗТ.

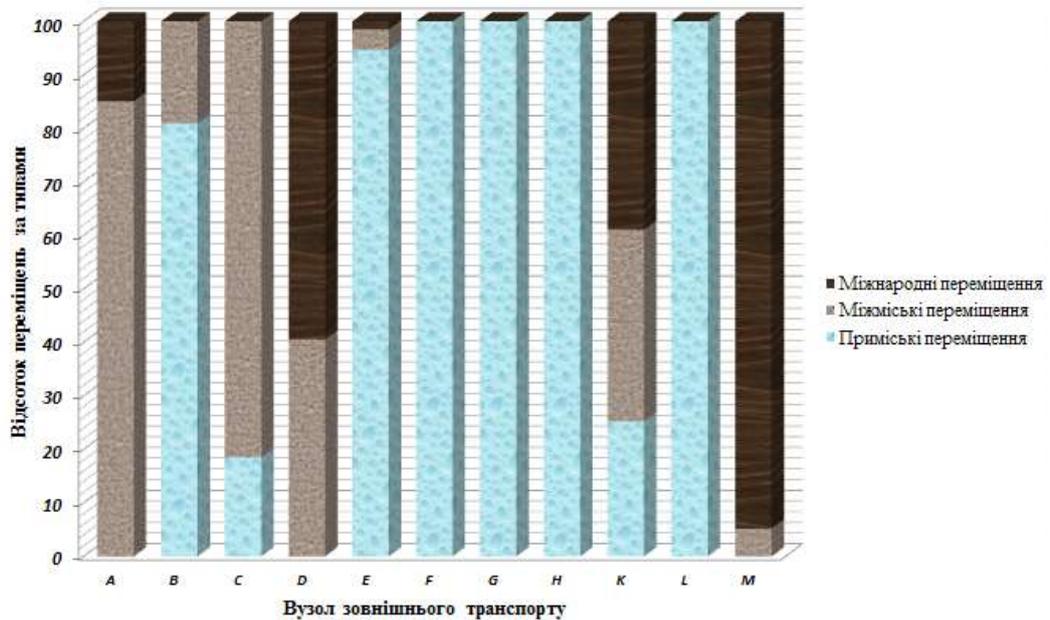


Рис. 3.2. Розподіл переміщень за типами у ВЗТ Львова

Більшість ВЗТ розташовано в Залізничному районі Львова, а центральний район – Галицький – не має таких вузлів. 6 ВЗТ (з них три – Головний залізничний вокзал, залізнична станція «Підзамче» та автостанція № 8 – мають переважаючу частку міжміських та міжнародних переміщень) знаходяться в межах умовного кільця, утвореного основними магістральними вулицями Львова, ще два ВЗТ (АС № 4 та АС № 5) – недалеко від окресленої межі [119].

Враховуючи географічне розташування Львова, рух з вузлів зовнішнього транспорту можливий у 10 напрямках. Оскільки для подальшого аналізу обрано внутрішні переміщення, то аеропорт в подальшому не розглядається як альтернатива. Відповідно, на основі аналізу можливих альтернатив вузлів зовнішнього транспорту для кожного з напрямків можна остаточно виділити 7 варіантів руху, з яких південно-західний та північний напрямки – це практично повністю приміські переміщення, а в західному напрямку рух відбувається тільки з вузла F (немає альтернатив вибору вузла).

На основі розподілу відправок за напрямками розраховано відсоток переміщень, що відбуваються з певного вузла, для кожного напрямку (рис. 3.3).

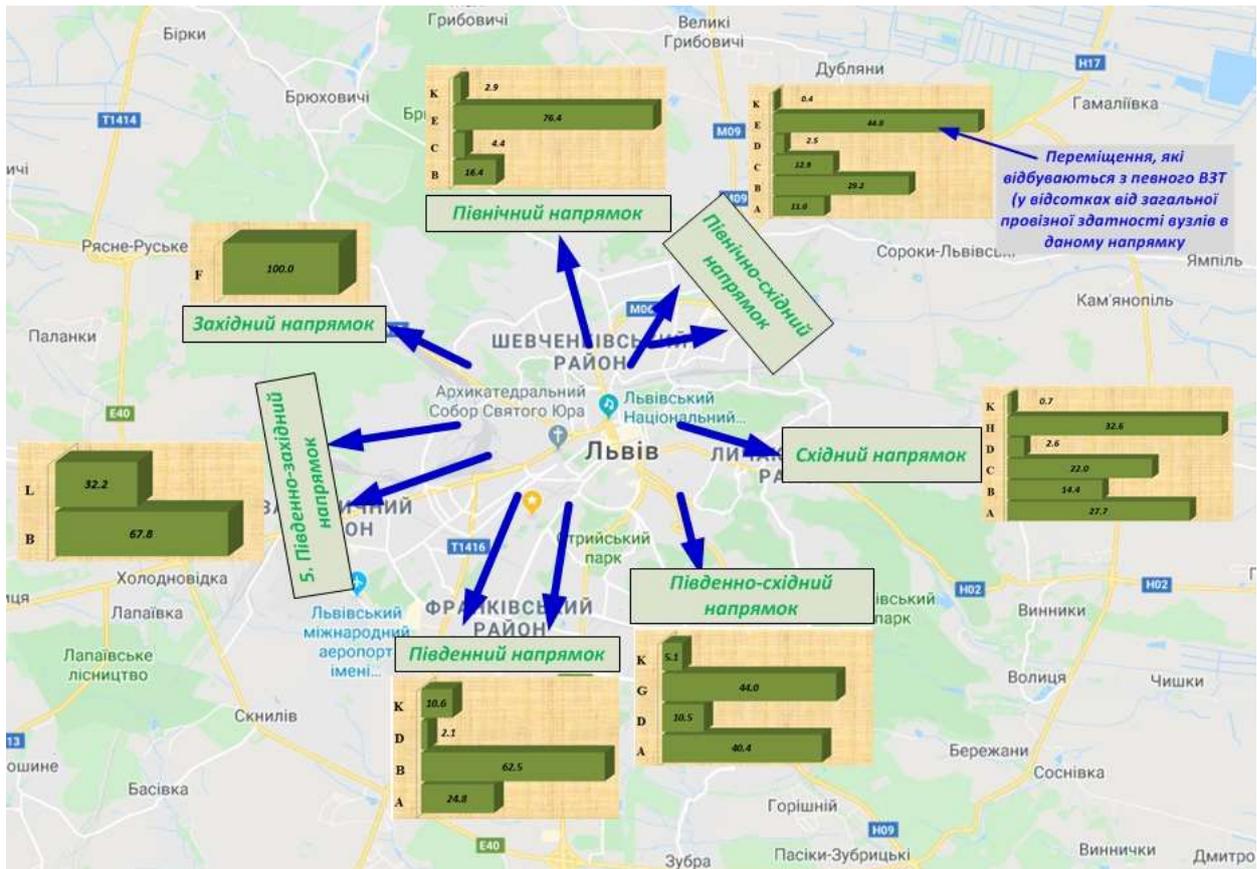


Рис. 3.3. Розподіл переміщень з ВЗТ за напрямками руху

На рис. 3.4 графічно відображено характеристику кожного ВЗТ відносно періоду роботи протягом доби (час першого та останнього рейсу) для кожного напрямку руху.

На основі даних щодо кількості відправок з кожного ВЗТ та пасажиромісткості транспортних засобів, що працюють на маршрутах, розраховано максимально можливу завантаженість ВЗТ на відправку та на прибуття (таблиця 3.2). В табл. 3.2 у стовпцях кількості відправок та прибуттів в чисельнику вказана кількість внутрішніх відправок, а в знаменнику – загальна кількість відправок (внутрішні та міжнародні). Розподіл кількості відправок по кожному з напрямків подано на рис. 3.5. Розподіл за кількістю прибуттів відрізняється несуттєво.

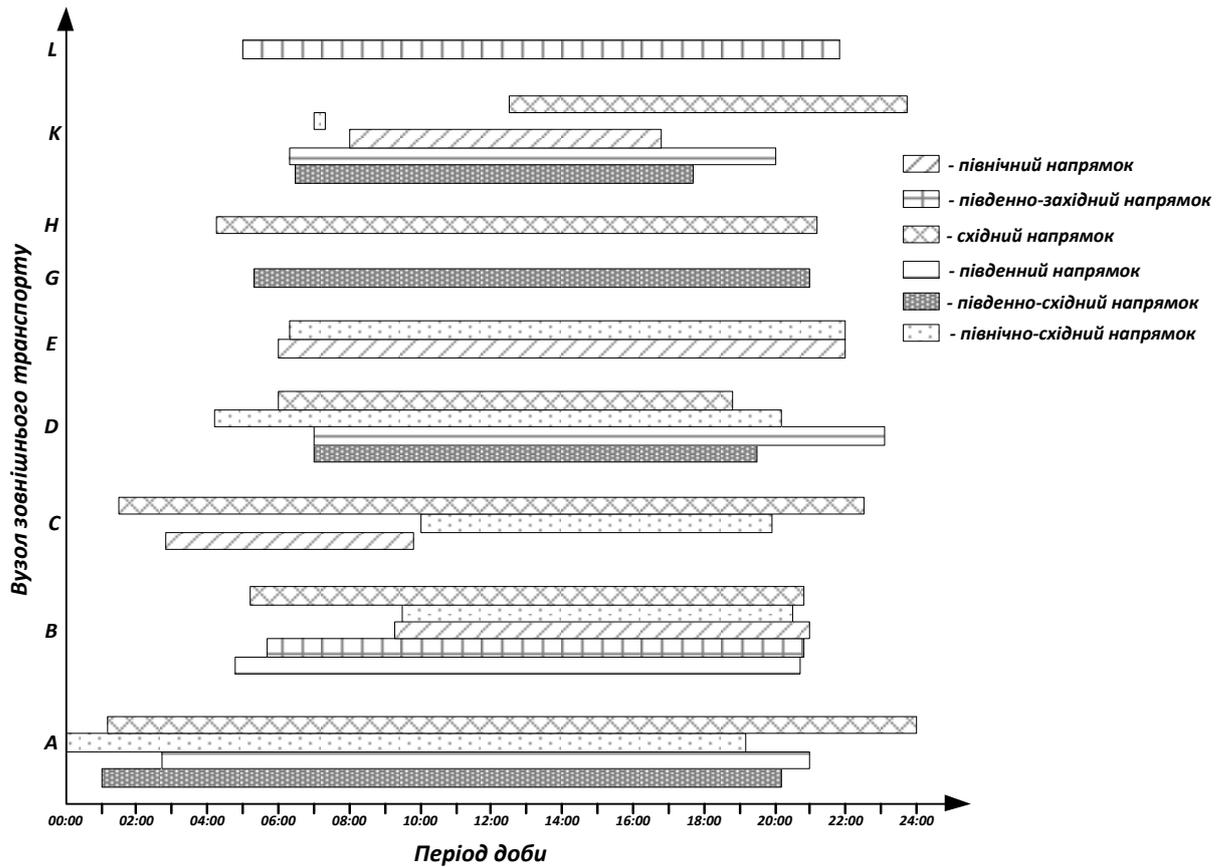


Рис. 3.4. Тривалість роботи вузлів зовнішнього транспорту

Таблиця 3.2

Оцінка завантаженості вузлів зовнішнього транспорту Львова

| Умовне позначення ВЗТ | Кількість відправок за добу | Кількість прибуттів за добу | Максимальна завантаженість вузла на відправку, пас/добу | Максимальна завантаженість вузла на прибуття, пас/добу |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| A | 13 (63) / 14 (62) | 17 (63) / 14 (62) | 15851 | 15851 |
| B | 42 | 43 | 31395 | 31437 |
| C | 29 | 29 | 7560 | 7560 |
| D | 60 (16) / 64 (141) | 59 (16) / 64 (141) | 5635 | 5635 |
| E | 617 (3) / 626 (4) | 617 (3) / 626 (4) | 17331 | 17331 |
| F | 185 | 182 | 5950 | 5950 |

Продовження табл. 3.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---------------------|---------------------|------|------|
| G | 121 | 121 | 3900 | 3900 |
| H | 197 | 197 | 6400 | 6400 |
| K | 74 (3) / 87 (36) | 74 (3) / 87 (36) | 2865 | 2865 |
| L | 173 | 173 | 4441 | 4441 |
| M | 7 / 134 | 7 / 133 | 6750 | 6750 |

Примітка: в дужках окремо вказана кількість відправок транзитних рейсів.

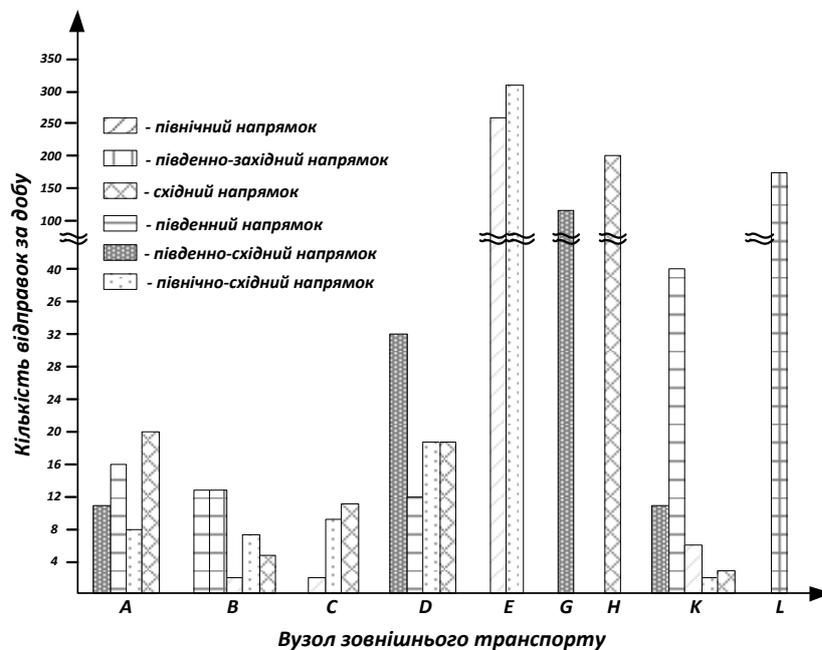


Рис. 3.5. Кількість відправок з ВЗТ в кожному з напрямків

Вплив характеристик роботи ВЗТ на його привабливість визначено з врахуванням балансуєчого множника. Показники, що враховувалися при розрахунку балансуєчого множника:

- кількість відправок протягом доби;
- кількість годин роботи протягом доби;
- кількість можливих напрямків руху з вузла;
- кількість альтернативних вузлів;

- відсотковий розподіл відправок з вузла за напрямками.

Показники привабливості вузлів оцінювалися в бальній системі від 1 до 10 (чим більший бал, тим краще значення показника для вузла). Сума усіх балів визначає рейтингову оцінку i -ого вузла R_{ETH_i} . Балансуючий множник визначався за формулою:

$$k_{att_i} = \frac{R_{ETH_i}}{\max\{R_{ETH_i}\}} \quad (3.1)$$

Значення розрахунків балансуючих множників подано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Балансуючі множники для розрахунку привабливості ВЗТ

| Вузол ЗТ | Бал за показник | | | | | R_{ETH_i} | k_{att_i} |
|----------|---------------------|------------|---------------------|-----------------------|------------------------|-------------|-------------|
| | Кількість відправок | Час роботи | Кількість напрямків | Кількість альтернатив | Розподіл за напрямками | | |
| А | 4 | 10 | 9 | 6 | 9 | 38 | 1,00 |
| В | 2 | 4 | 10 | 6 | 7 | 29 | 0,76 |
| С | 1 | 9 | 8 | 7 | 6 | 31 | 0,82 |
| Д | 3 | 8 | 9 | 6 | 8 | 34 | 0,89 |
| Е | 10 | 2 | 7 | 8 | 10 | 37 | 0,97 |
| Ф | 8 | 3 | 5 | 10 | 4 | 30 | 0,79 |
| Г | 6 | 1 | 6 | 9 | 4 | 26 | 0,68 |
| Н | 9 | 6 | 6 | 8 | 4 | 33 | 0,87 |
| К | 5 | 7 | 10 | 6 | 5 | 33 | 0,87 |
| Л | 7 | 5 | 6 | 10 | 4 | 32 | 0,84 |

Привабливість ВЗТ визначено за рівністю:

$$A_i = P_i \cdot k_{att_i}, \quad (3.2)$$

де P_i - максимальна завантаженість ВЗТ (з табл. 3.2);

k_{att_i} - балансуєчий множник.

Розраховані привабливості вузлів зовнішнього транспорту наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Привабливість вузлів зовнішнього транспорту

| | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|------|------|-------|
| Вузол ЗТ | A | B | C | D | E |
| Привабливість, пас/добу | 15851 | 23959 | 6167 | 5042 | 16875 |
| Вузол ЗТ | F | G | H | K | L |
| Привабливість, пас/добу | 4697 | 2668 | 5558 | 2488 | 3740 |

Ці дані було частково опубліковано в праці [120].

3.2. Дослідження основних характеристик поїздок, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту

Львів є третім серед міст України (після Києва та Харкова) за кількістю студентів (за статистичними даними, їх налічується близько 120 тис [121]) і першим за їх часткою відносно загальної кількості населення (17 %). Тому студентські переміщення здійснюють значний вплив на величину міських пасажиропотоків. Значна частина студентів є іногородніми, тобто регулярно виконують поїздки з міста.

Для того, щоб стверджувати, що результати проведених обстежень є вірогідними, потрібно визначити обсяг вибірки, яка б забезпечувала цю вірогідність. Обсяг вибірки при розрахунку статистичним методом залежатиме від обсягу генеральної сукупності, обраного рівня довірчої ймовірності та допустимої межі похибки [122]:

$$n_g = \frac{t_\beta^2 \cdot v^2 \cdot N}{\Delta_x^2 \cdot N + t_\beta^2 \cdot v^2}, \quad (3.3)$$

де N – обсяг генеральної сукупності;

t_{β} - нормоване відхилення, яке визначається залежно від прийнятого рівня довірчої ймовірності;

ν^2 - дисперсія випадкової величини;

Δ_x - допустима межа похибки.

При кількості населення Львова 724314 осіб, рівні довірчої ймовірності 95% та допустимій похибці $\pm 5\%$ обсяг вибірки становитиме 384 ос. Практично не зміниться він і для опитування студентів - 383 ос.

Для збору даних про переміщення, пов'язані з вузлом зовнішнього транспорту, обрано таблично-опитувальний (анкетний) метод, який є ефективним для збору таких даних і дозволяє отримати інформацію про потреби в переміщенні з урахуванням як характеристик поїздки, так і характеристик індивіда, який виконує цю поїздку [123 – 125]. Опитування проводилися як безпосередньо шляхом роздачі паперових анкет (такий метод в основному застосовувався для збору даних від групи користувачів «студенти»), так і методом CAWI (Computer Assisted Web Interviewing) [126].

При безпосередньому анкетуванні опитано студентів НУ «Львівська політехніка», ЛНУ ім. І.Франка, Львівського поліграфічного коледжу Української академії друкарства та Львівського автомобільно-дорожнього коледжу НУ «Львівська політехніка». В результаті отримано 510 заповнених анкет.

При проведенні онлайн-анкетування з допомогою створеної анкети у Google-forms [127] отримано 630 анкет. Серед опитаних 111 студентів, решта – працездатне населення.

Тобто загалом проінтерв'ювано 621 студента та 519 осіб з категорії «працездатне населення», що дозволяє робити висновок про достовірність отриманих результатів. Опитування проводилися протягом вересня-листопада 2019 року.

Інформація, що збиралася шляхом анкетувань, поділялася на два блоки:

- збір даних щодо виду вузла зовнішнього транспорту та впливу чинників, що характеризують подальшу позаміську поїздку, на цей вибір;
- збір даних щодо характеристик міської поїздки при переміщеннях, пов'язаних з ВЗТ.

Бланк анкети, яка використовувалася під час проведення опитувань першого блоку, подано на рис. 3.6.

ОПИТУВАЛЬНИК

Підкресліть чи обведіть Ваш варіант відповіді. Якщо варіант відповіді «Інше», вкажіть, який саме.

| | | | | | | |
|---|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1 | В якому напрямку ви найчастіше їдете з вузла зовнішнього транспорту? | Волинський напрямок | Тернопільський напрямок | Івано-Франківський напрямок | Закарпатський напрямок | Інше (вкажіть, який саме) |
| 2 | Яким вузлом зовнішнього транспорту ви найчастіше користуєтеся? | Головний залізничний вокзал | Автовокзал (вул. Стрийська) | АС № 8 | АС № 2 | Інше (вкажіть, який саме) |
| 3 | Вкажіть середню тривалість своєї подорожі | До 1 год | 1 – 2 год | 2 – 3 год | 3 – 4 год | > 4 год |
| 4 | Вкажіть середню вартість своєї подорожі | До 50 грн | 50 – 75 грн | 75 – 100 грн | 100 – 150 грн | Більше 150 грн |
| 5 | Вкажіть середню тривалість добирання до ВЗТ (по Львову) | До 15 хв | 15 – 30 хв | 30 – 45 хв | 45 – 60 хв | Більше 60 хв |
| 6 | Вкажіть часовий період відправки з ВЗТ, яким ви найчастіше користуєтеся | До 8 год ранку | 8 – 13 год | 13 – 18 год | 18 – 22 год | Після 22 год |

Проставте чинники в порядку спадання їх важливості для Вас, де 1 - найбільш важливий чинник, 2 - важливий, 3 - більше неважливий, ніж важливий, 4 - найменш важливий

| Чинник | Тривалість подорожі | Вартість подорожі | Середня тривалість добирання до вузла (по Львову) | Часовий період відправки з вузла |
|------------|---------------------|-------------------|---|----------------------------------|
| Важливість | | | | |

Рис. 3.6. Бланк анкети опитування користувачів транспортних послуг щодо вибору ВЗТ для подальшого виконання позаміської поїздки

В табл. 3.5 – табл. 3.9 та на рис. 3.7 – рис. 3.11 подано результати аналізу переміщень за їх характеристиками.

Таблиця 3.5

Розподіл поїздок, виконаних з ВЗТ, за тривалістю

| Вид ВЗТ | Розподіл поїздок за тривалістю подорожі, % | | | | |
|--------------------|--|-----------|-----------|-----------|--------------|
| | до 1 год | 1 – 2 год | 2 – 3 год | 3 – 4 год | більше 4 год |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Залізничні вокзали | 13,1 | 19,7 | 19,7 | 15,3 | 32,1 |

Продовження табл. 3.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Автовокзали | 20,7 | 37,9 | 20,7 | 14,9 | 5,7 |
| Автостанції | 24,1 | 55,6 | 14,8 | 1,9 | 3,7 |
| Сумарно | 5,5 | 26 | 22,6 | 19,2 | 26,7 |

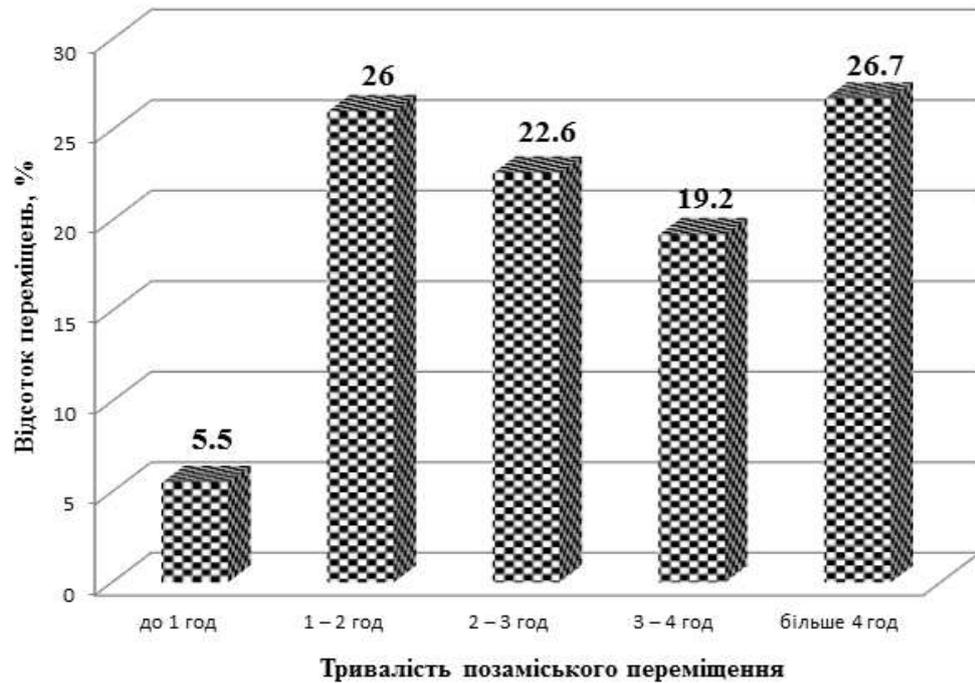


Рис. 3.7. Розподіл позаміських переміщень за їх тривалістю

Між поїздками, виконаними із залізничних вузлів, переважають тривалі подорожі – більше 4 годин. Серед автобусних поїздок переважають подорожі тривалістю 1 – 2 год, проте з автовокзалів відсоток поїздок тривалістю більше 3 год становить 20,6%, а з автостанцій таких поїздок тільки 5,6%.

Таблиця 3.6

Розподіл поїздок, виконаних з ВЗТ, за вартістю переміщення

| Вид ВЗТ | Розподіл поїздок за вартістю подорожі, % | | | | |
|--------------------|--|-------------|--------------|---------------|----------------|
| | до 50 грн | 50 – 75 грн | 75 – 100 грн | 100 – 150 грн | більше 150 грн |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Залізничні вокзали | 41,6 | 18,2 | 13,9 | 10,2 | 16,1 |

Продовження табл. 3.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------|------|------|------|------|-----|
| Автовокзали | 39,1 | 20,7 | 16,1 | 17,2 | 6,9 |
| Автостанції | 55,6 | 24,1 | 11,1 | 5,6 | 3,7 |
| Сумарно | 28 | 22 | 17 | 17 | 16 |

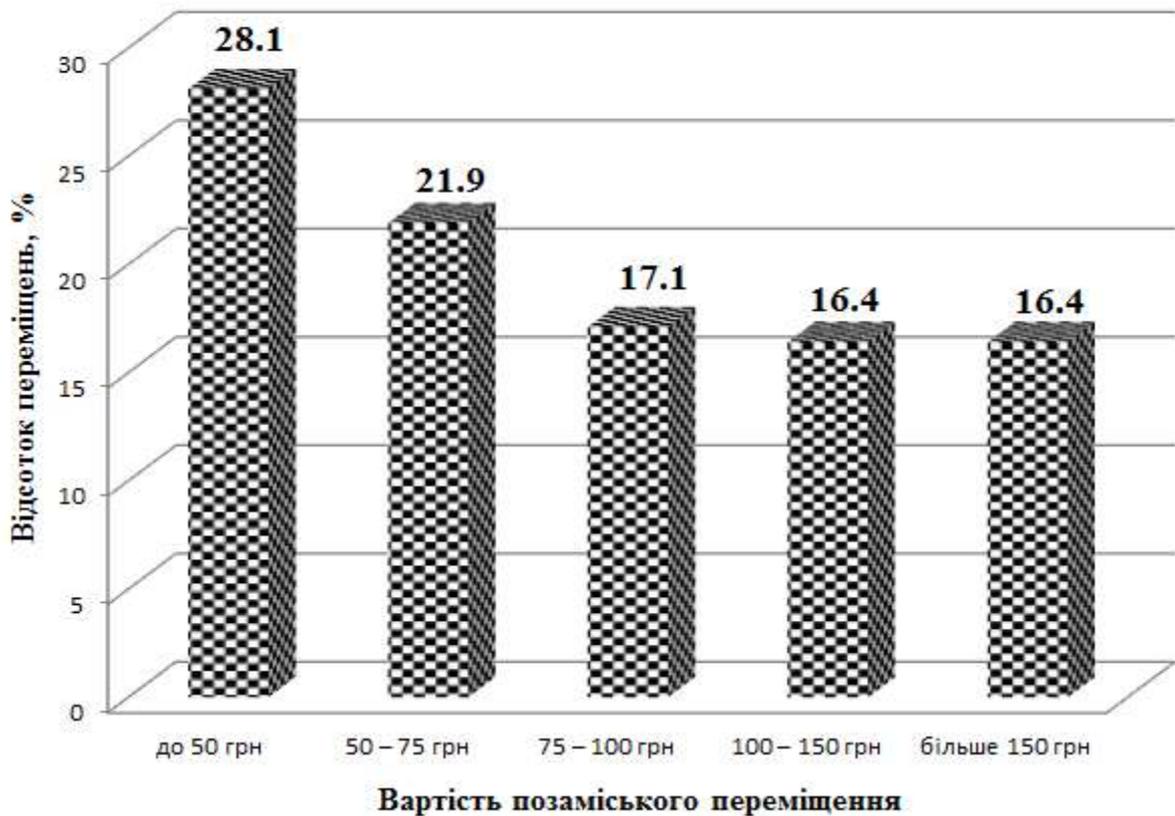


Рис. 3.8. Розподіл позаміських переміщень за їх вартістю

Серед усіх переважають поїздки вартістю до 50 грн, проте більше їх з автостанцій (оскільки тут більша частка приміських переміщень) та залізничних вокзалів (є можливість обрати плацкартні чи загальні вагони, перевезення в яких є дешевшим, а також користуватися пільговим проїздом при наявності студентського квитка).

Таблиця 3.7

Розподіл поїздок за тривалістю добирання містом до ВЗТ

| Вид ВЗТ | Розподіл поїздок за тривалістю добирання містом, % | | | | |
|--------------------|--|------------|------------|------------|--------------|
| | до 15 хв | 15 – 30 хв | 30 – 45 хв | 45 – 60 хв | більше 60 хв |
| Залізничні вокзали | 3,6 | 32,8 | 40,1 | 16,8 | 6,6 |
| Автовокзали | 11,5 | 25,3 | 42,5 | 18,4 | 2,3 |
| Автостанції | 16,7 | 44,4 | 27,8 | 7,4 | 3,7 |
| Сумарно | 8 | 30 | 41 | 15 | 6 |

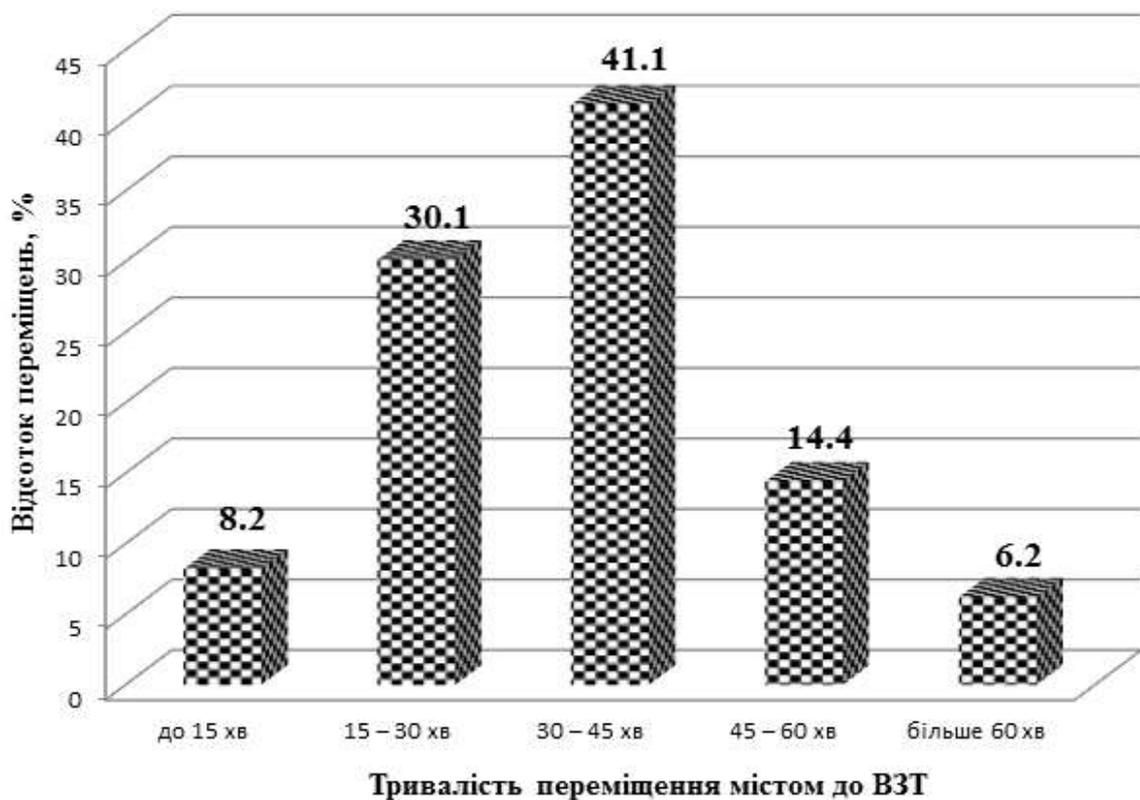


Рис. 3.9. Розподіл позаміських переміщень за тривалістю добирання містом до ВЗТ

Таблиця 3.8

Розподіл поїздки за часовим періодом відправки з ВЗТ

| Вид ВЗТ | Розподіл поїздки за періодом відправки, % | | | | |
|--------------------|---|---------------------|------------------|-----------------|--------------------|
| | до 8:00 год | 8:00 – 13:00 год | 13:00 – 18:00 | 18:00- 22:00 | після 22:00 год |
| Залізничні вокзали | 9,5 | 14,6 | 57,7 | 13,9 | 4,4 |
| Автовокзали | 12,6 | 25,3 | 52,9 | 9,2 | 0 |
| Автостанції | 14,8 | 14,8 | 66,7 | 3,7 | 0 |
| Сумарно | 2 | 19 | 59 | 15 | 5 |

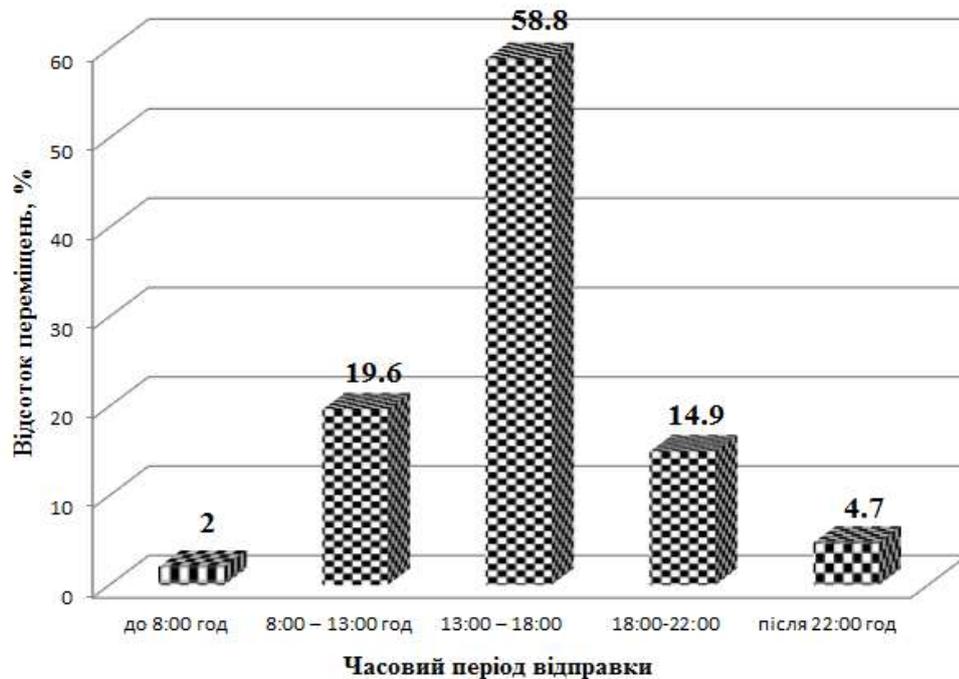


Рис. 3.10. Розподіл позаміських переміщень за часовим періодом відправки

Таблиця 3.9

Розподіл поїздки за напрямком позаміської поїздки

| Вид ВЗТ | Розподіл поїздки за напрямком поїздки, % | | | | | |
|--------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | пн-сх | сх | пд-зх | пд | пд-сх | пн |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Залізничні вокзали | 15.7 | 30.3 | 16.9 | 14.6 | 12.5 | 10 |

Продовження табл. 3.9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------|-----|------|------|------|----|-----|
| Автовокзали | 50 | 23.5 | 8.8 | 14.7 | 2 | 0.9 |
| Автостанції | 8.3 | 4.2 | 12.5 | 37.5 | 29 | 8.5 |
| Сумарно | 21 | 25 | 15 | 19 | 15 | 5 |

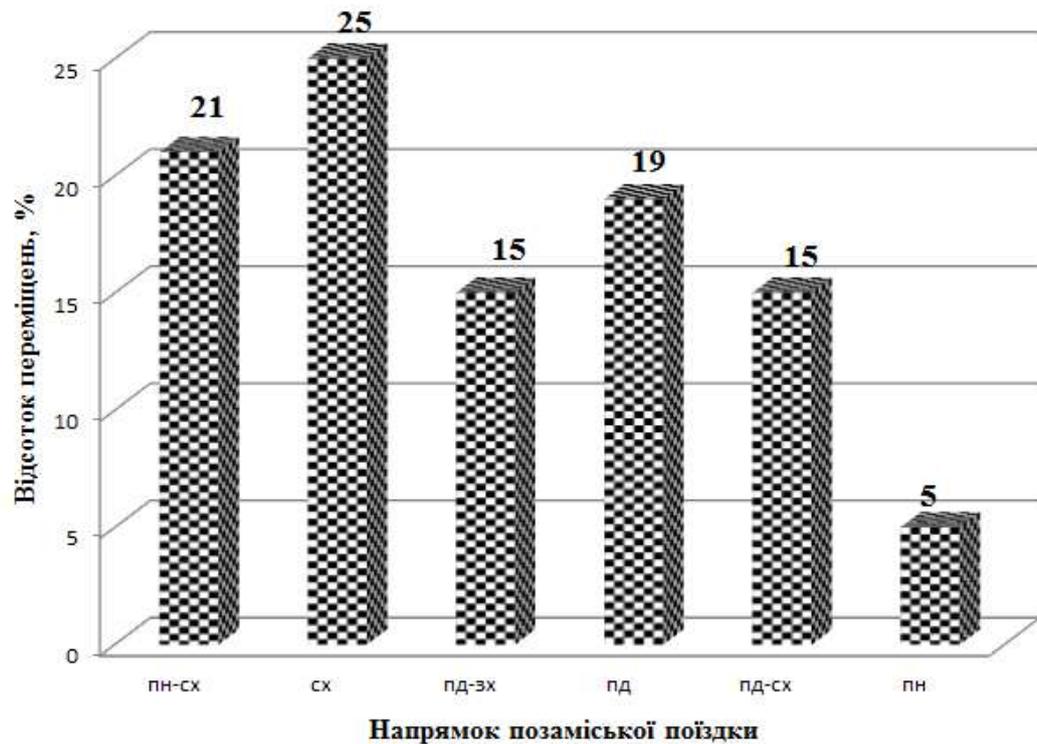


Рис. 3.11. Розподіл позаміських переміщень за напрямком поїздки

Частково ці дані були опубліковані в праці [128].

Окрім числових характеристик переміщення, респонденти також вказували, наскільки важливим для них є кожен з показників. Підсумок отриманих результатів подано на рис. 3.12.

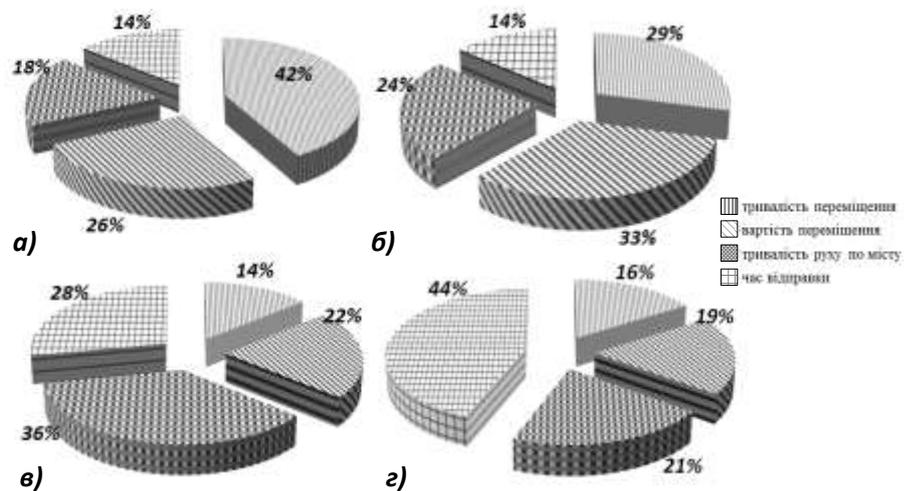


Рис. 3.12. Значимість характеристик переміщень, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту, для користувачів: а) найбільш важливі; б) важливі; в) не дуже важливі; г) найменш важливі

Очікувано, що тривалість та вартість поїздки виявилися найважливішими для користувачів показниками.

Використовуючи отримані дані щодо частоти вибору кожного ВЗТ користувачами, проведено перевірку адекватності результатів розрахунку привабливості (дані табл. 3.4). Значення привабливості наведено у відсотках (100% - це сумарна привабливість всіх вузлів зовнішнього транспорту – рис. 3.13).

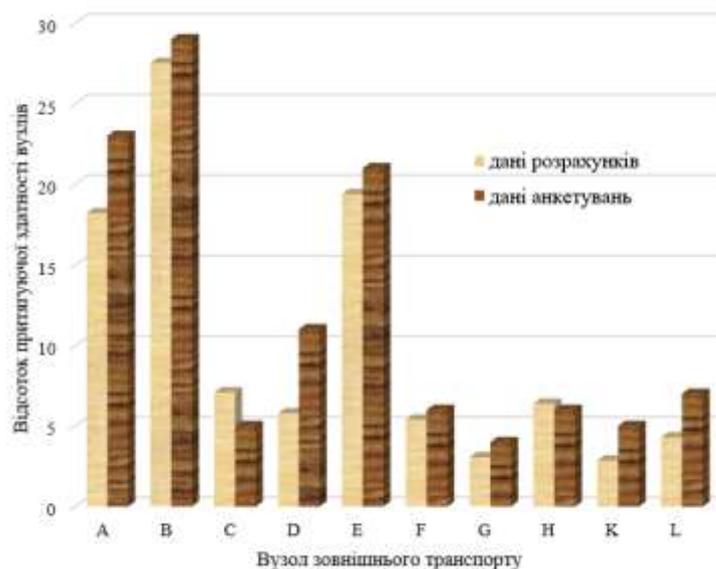


Рис. 3.13. Дані розрахунків та анкетувань щодо привабливості вузлів зовнішнього транспорту Львова

Розбіжність у результатах розрахунків привабливості ВЗТ та результатах опитувань не перевищує 8,2%, що дозволяє робити висновок про адекватність проведених обчислень.

Бланк анкети збору даних щодо характеристик міських поїздок, пов'язаних з ВЗТ, подано в додатку А. Серед опитаних 64,9% чоловіків та 35,1% жінок. Щодо розподілу за віком, то вибірка складається з 40% молоді до 23 років, 43,3% осіб віком 23 – 35 років та 16,66% осіб віком більше 35 років. 44,3% опитаних володіють власним автомобілем, решта – ні. Працюючих – 67%.

На рис. 3.14 – рис. 3.16 подано результати аналізу отриманих даних.

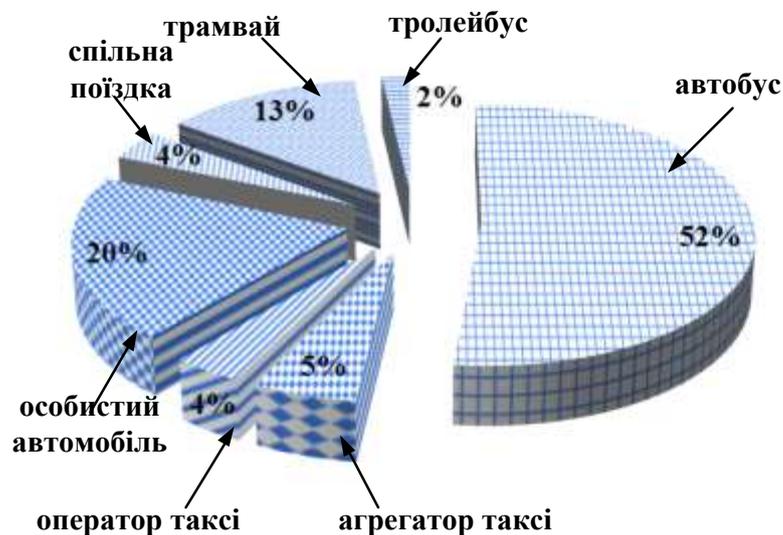


Рис. 3.14. Розподіл переміщень міською територією, пов'язаних з ВЗТ, за видом переміщення

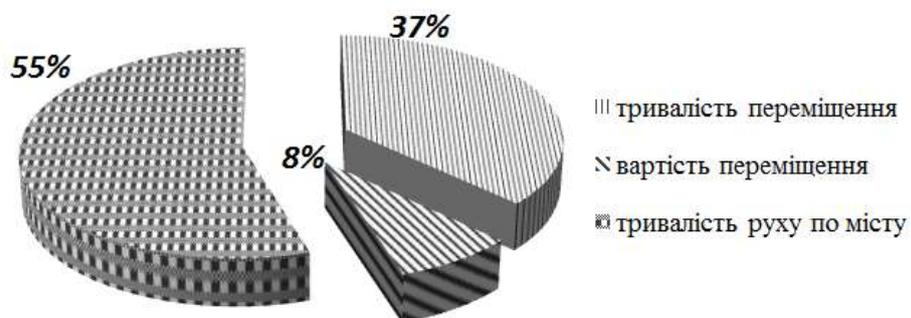


Рис. 3.15. Розподіл переміщень міською територією, пов'язаних з ВЗТ, за частотою переміщення

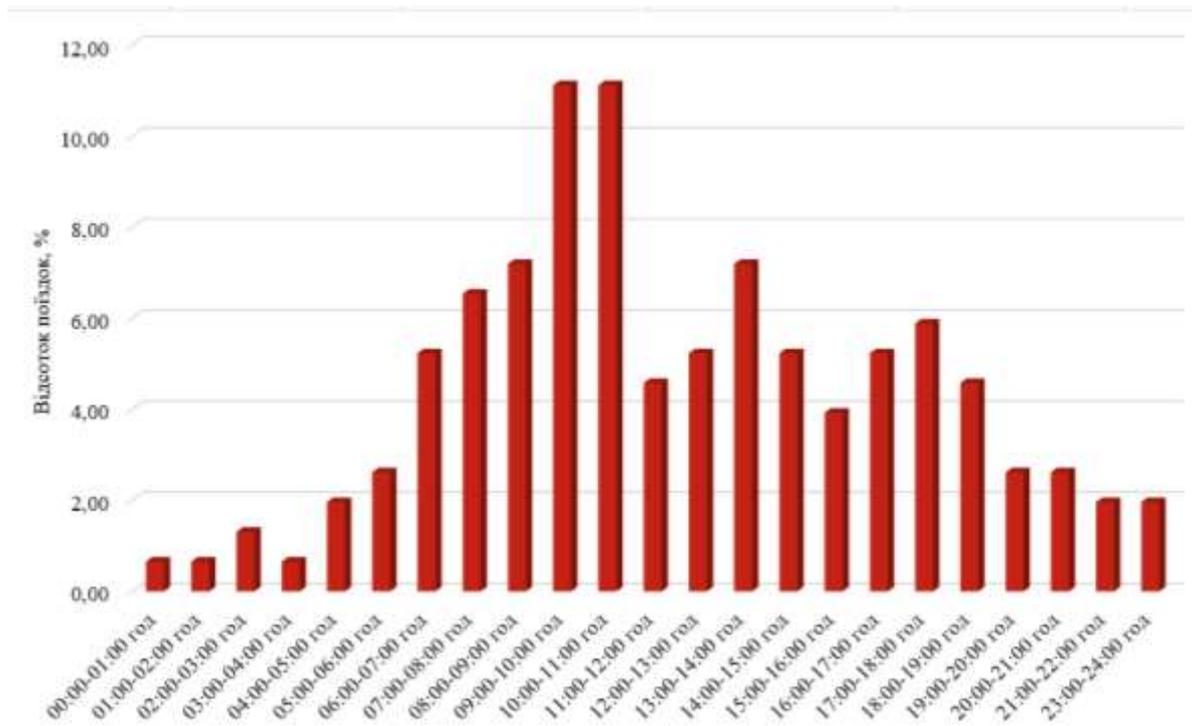


Рис. 3.16. Переміщення міською територією, пов'язані з ВЗТ, за часом початку

Згідно з рис. 3.16, піковим періодом для переміщень, пов'язаних з ВЗТ, є час з 9:00 до 11:00 год, а 9,8% таких переміщень виконуються в нічний час (у період з 23:00 до 05:00). Встановлено, що, згідно з проведеними опитуваннями, 41,8% їх виконуються в робочий день (понеділок – п'ятниця), а 58,2% - у вихідний (суботу, неділю чи державні свята).

Отримано дані щодо тривалості окремих складових часу переміщення містом під час використання громадського транспорту: початкового підходу до зупинки, очікування на зупинці, руху в транспортному засобі та від кінцевої зупинки до пункту призначення. Стосовно переміщень, пов'язаних з ВЗТ, то середня їх тривалість становить 49 хв, з них 26 хв витрачається на рух в транспортному засобі. Загальна структура такого переміщення подана на рис. 3.17 [129 – 130].

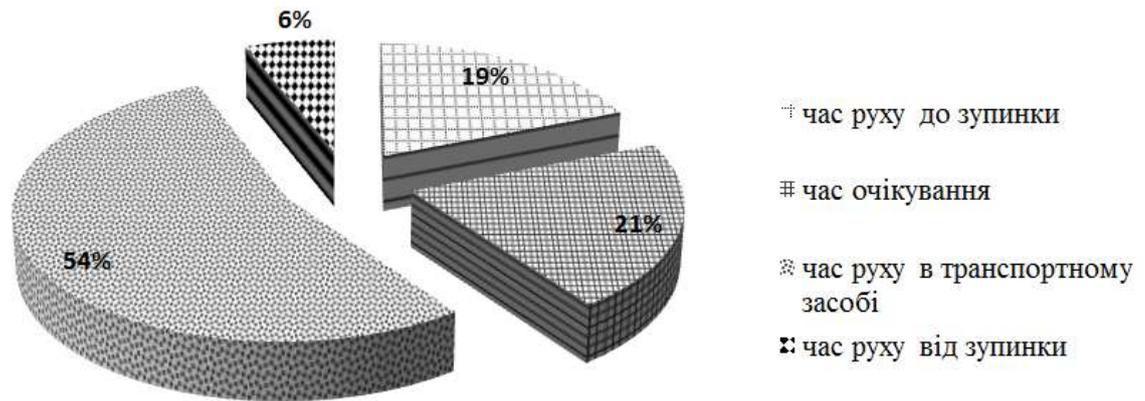


Рис. 3.17. Структура тривалості переміщення ГТ при поїздках, пов'язаних з ВЗТ

Відносно велика частка (найбільша порівняно з переміщеннями з іншою метою) поїздок таксі, які є швидшими за поїздки громадським транспортом, спричиняє також те, що серед поїздок з цією метою 8,1% становлять переміщення тривалістю до 10 хв [131].

3.3. Визначення функції корисності вибору типу вузла зовнішнього транспорту

Коректність застосування логіт-моделей визначається формуванням набору чинників, які здійснюють вплив на вибір певної альтернативи серед переліку можливих варіантів, та розрахунком коефіцієнтів функції корисності, які відрізняються залежно від території проектування.

Оскільки в роботі розглядаються тільки внутрішні переміщення, то аеропорт не є альтернативою переміщення (частка внутрішніх маршрутів для нього становить 5% - 7 зі 134, які відправляються щодня з аеропорту) і оцінка вибору проводиться між двома варіантами – автобусні та залізничні вузли.

Чинниками функції корисності для вибору виду ВЗТ на основі результатів, поданих на рис. 3.12, обрано такі характеристики:

- напрямок позаміського переміщення;

- тривалість позаміського переміщення;
- вартість позаміського переміщення;
- тривалість руху по місту до ВЗТ;
- часовий період відправки.

Відповідно, систематична корисність вибору альтернативи руху автобусом матиме вигляд:

$$V_{bus} = \beta_{dir}^{bus} \cdot X_{dir}^{bus} + \beta_{travel}^{bus} \cdot X_{travel}^{bus} + \beta_{cost}^{bus} \cdot X_{cost}^{bus} + \beta_{city}^{bus} \cdot X_{city}^{bus} + \beta_{time}^{bus} \cdot X_{time}^{bus} + \beta^{bus} \quad (3.4)$$

Систематична корисність вибору альтернативи руху залізницею:

$$V_{train} = \beta_{dir}^{train} \cdot X_{dir}^{train} + \beta_{travel}^{train} \cdot X_{travel}^{train} + \beta_{cost}^{train} \cdot X_{cost}^{train} + \beta_{city}^{train} \cdot X_{city}^{train} + \beta_{time}^{train} \cdot X_{time}^{train} + \beta^{train} \quad (3.5)$$

де X – атрибути, які оцінюють:

X_{dir} – можливі напрямки руху під час руху з автобусного чи залізничного вузла зовнішнього транспорту;

X_{travel} – тривалість подорожі під час руху з автобусного чи залізничного вузла зовнішнього транспорту;

X_{cost} – вартість подорожі під час руху з автобусного чи залізничного вузла зовнішнього транспорту;

X_{city} – тривалість руху по місту під час переміщення до автобусного чи залізничного вузла зовнішнього транспорту;

X_{time} – можливий період відправки під час руху з автобусного чи залізничного вузла зовнішнього транспорту.

β_k – коефіцієнти атрибутів оцінки.

Розрахунок коефіцієнтів МЛМ проведено в пакеті Statistica, куди внесено дані отриманих анкетувань для груп користувачів. Під час створення бази даних результати проведених опитувань заносилися у вигляді чисел:

- тривалість поїздки: 1 – до 1 год, 2 – від 1 до 2 год, 3 – від 2 до 3 год, 4 – від 3 до 4 год, 5 – більше 4 год;
- вартість поїздки: 1 – до 50 грн, 2 – від 50 до 75 грн, 3 – від 75 до 100 грн, 4 – від 100 до 150 грн, 5 – більше 150 грн;
- тривалість добирання по місту: 1 – до 15 хв, 2 – від 15 до 30 хв, 3 – від 30 до 45 хв, 4 – від 45 до 60 хв, 5 – більше 60 хв;
- часовий період відправки: 1 – до 8:00 год, 2 – від 8:00 до 13:00 год, 3 – від 13:00 до 18:00 год, 4 – від 18:00 до 22:00 год, 5 – після 22:00 год.

Інформація щодо напрямку поїздки подана залежно від частки переміщень в кожному напрямку таким чином: 1.6 – північно-східний напрямок, 2.62 – східний напрямок, 2.41 – південно-східний напрямок, 1.77 – південний напрямок, 0.76 – південно-західний напрямок, 0.55 – північний напрямок.

В ході аналізу виявлено, що вплив тривалості поїздки містом не має статистичної значущості для обох досліджуваних категорій користувачів під час вибору ними виду зовнішнього транспорту, а часовий період відправки – для категорії «студенти». Більший кореляційний зв'язок між показниками спостерігається, якщо окремо формувати моделі вибору для напрямків з основною часткою маршрутів довжиною в межах до 100 км (західний та південно-західний напрямки), в межах від 100 до 200 км (північний та північно-східний напрямки) та довжиною більше 200 км (південний, південно-східний та східний напрямки).

Отримані коефіцієнти та статистичні характеристики логіт-моделі вибору виду вузла зовнішнього транспорту користувачами-студентами під час виконання ними міжміських поїздок для напрямків з основною часткою маршрутів довжиною до 100 км подано в табл. 3.10, результати розрахунків для решти випадків подано в додатку Б.

Таблиця 3.10

**Оціночні параметри коефіцієнтів МЛМ вибору виду транспорту для міжміських переміщень студентами
(напрямки з основною часткою маршрутів довжиною до 100 км)**

| Показник | Значення коефіцієнта β | Асимптотична значимість p | Стандартна похибка |
|--|---------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Константа для використання залізничного транспорту при міжміських поїздках | -5,89 | 0,05 | 2,9 |
| Напрямок руху | 9,17 | 0,02 | 3,73 |
| Тривалість подорожі | 1,42 | 0,3 | 1,37 |
| Вартість подорожі | 0,54 | 0,7 | 1,38 |
| Константа для використання автобусного транспорту при міжміських поїздках | -2,9 | 0,004 | 1,2 |
| Напрямок руху | 7,15 | <0,001 | 0,12 |
| Тривалість подорожі | 1,3 | 0,02 | 1,34 |
| Вартість подорожі | -1,31 | 0,1 | 0,97 |

Відповідно, отримано такі функції корисності вибору виду ВЗТ:

- студентські переміщення, напрямки з основною часткою маршрутів до 100 км:

$$V_{bus} = 7,15 \cdot X_{dir}^{bus} + 1,3 \cdot X_{travel}^{bus} - 1,31 \cdot X_{cost}^{bus} - 2,9$$

$$V_{train} = 9,17 \cdot X_{dir}^{train} + 1,42 \cdot X_{travel}^{train} + 0,54 \cdot X_{cost}^{train} - 5,89$$

- студентські переміщення, напрямки з основною часткою маршрутів від 100 до 200 км:

$$V_{bus} = 2,87 \cdot X_{dir}^{bus} + 1,87 \cdot X_{travel}^{bus} - 2,16 \cdot X_{cost}^{bus} - 2,12$$

$$V_{train} = 2,14 \cdot X_{dir}^{train} + 2,56 \cdot X_{travel}^{train} - 1,59 \cdot X_{cost}^{train} - 4,24$$

- студентські переміщення, напрямки з основною часткою маршрутів більше 200 км:

$$V_{bus} = 0,03 \cdot X_{dir}^{bus} + 1,13 \cdot X_{travel}^{bus} - 1,16 \cdot X_{cost}^{bus} + 2,58$$

$$V_{train} = -0,05 \cdot X_{dir}^{train} + 1,87 \cdot X_{travel}^{train} - 0,98 \cdot X_{cost}^{train} + 3,1$$

- переміщення працездатного населення, напрямки з основною часткою маршрутів до 100 км:

$$V_{bus} = 5,98 \cdot X_{dir}^{bus} - 1,8 \cdot X_{travel}^{bus} - 0,31 \cdot X_{cost}^{bus} + 0,36 \cdot X_{time}^{bus} - 2,01$$

$$V_{train} = 6,15 \cdot X_{dir}^{train} - 2,26 \cdot X_{travel}^{train} - 0,16 \cdot X_{cost}^{train} + 1,36 \cdot X_{time}^{train} - 3,6$$

- переміщення працездатного населення, напрямки з основною часткою маршрутів від 100 до 200 км:

$$V_{bus} = 3,34 \cdot X_{dir}^{bus} + 1,95 \cdot X_{travel}^{bus} - 1,4 \cdot X_{cost}^{bus} + 0,84 \cdot X_{time}^{bus} - 2,43$$

$$V_{train} = 3,64 \cdot X_{dir}^{train} + 2,18 \cdot X_{travel}^{train} - 1,6 \cdot X_{cost}^{train} + 2,3 \cdot X_{time}^{train} - 3,9$$

- переміщення працездатного населення, напрямки з основною часткою маршрутів від 200 км:

$$V_{bus} = 5,89 \cdot X_{dir}^{bus} - 1,74 \cdot X_{travel}^{bus} - 0,29 \cdot X_{cost}^{bus} + 1,2 \cdot X_{time}^{bus} + 3,2$$

$$V_{train} = 9,24 \cdot X_{dir}^{train} - 2,26 \cdot X_{travel}^{train} - 0,16 \cdot X_{cost}^{train} + 1,34 \cdot X_{time}^{train} - 3,61$$

Коефіцієнти β відображають вплив кожного з атрибутів у загальну корисність вибору. Якщо аналізувати значення коефіцієнта β для показника тривалості подорожі, то додатні значення коефіцієнта для залізничних вузлів свідчать про те, що зі зростанням тривалості подорожі корисність вибору цих вузлів збільшуватиметься, а автобусних вузлів – спадатиме.

Оцінка отриманих результатів за критерієм Фішера свідчить про їх адекватність (табл. 3.11): значущість критерію Фішера є меншою 0.05, а критерій Фішера є більшим його табличного значення.

Для прикладу, ймовірність вибору користувачем-студентом для своєї міжміської поїздки в північно-східному напрямку (число 1,6) пунктом відправки залізничного вузла при тривалості його поїздки 2,5 год (число 3) та вартості переміщення 60 грн (число 2) становитиме 0,68.

Отриману модель протестовано на тестовій вибірці з 30 результатів опитування студентів, яка не входила в початковий набір даних. У вибірку входило 15 варіантів вибору автобусного транспорту і 15 варіантів – залізничного. Графічне порівняння реальних даних та спрогнозованих на основі отриманої моделі результатів подано на рис. 3.18.

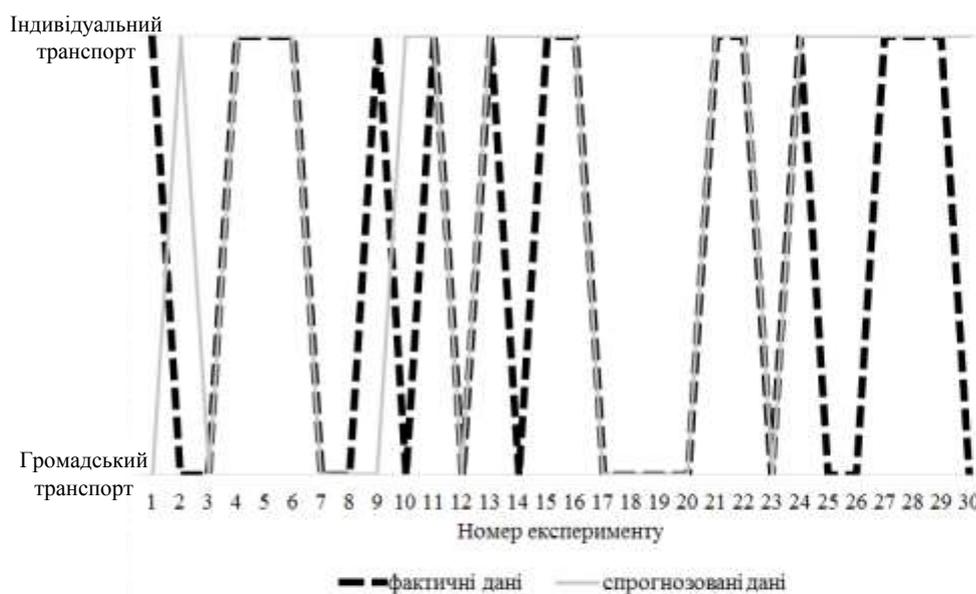


Рис. 3.18. Графічні результати перевірки адекватності отриманої логіт-моделі

В результаті тестування моделі отримано 86% правильних результатів.

Таблиця 3.11

Оцінка адекватності результатів розрахунку коефіцієнтів МЛМ за критерієм Фішера

| Показник | Довжина поїздки | | |
|---|-----------------|--------------|---------------|
| | До 100 км | 100 – 200 км | Більше 200 км |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Категорія «студенти», залізничні перевезення | | | |
| Критерій Фішера | 4,08 | 22,02 | 11,99 |
| Табличне значення критерію Фішера | 3,08 | 2,62 | 2,66 |
| Значущість критерію Фішера | 0,01 | <0,001 | <0,001 |
| Коефіцієнт множинної кореляції | 0,61 | 0,77 | 0,53 |
| Категорія «студенти», автобусні перевезення | | | |
| Критерій Фішера | 28,63 | 35,67 | 18,54 |
| Табличне значення критерію Фішера | 2,48 | 2,18 | 2,36 |
| Значущість критерію Фішера | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Коефіцієнт множинної кореляції | 0,75 | 0,70 | 0,64 |
| Категорія «працездатне населення», залізничні перевезення | | | |
| Критерій Фішера | 14,69 | 34,15 | 48,5 |
| Табличне значення критерію Фішера | 3,15 | 3,41 | 2,89 |

Продовження табл. 3.11

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|----------|----------|----------|
| Значущість критерію Фішера | 0,008 | <0,001 | 0,006 |
| Коефіцієнт множинної кореляції | 0,64 | 0,78 | 0,84 |
| Категорія «працездатне населення», автобусні перевезення | | | |
| Критерій Фішера | 41,25 | 36,15 | 20,34 |
| Табличне значення критерію Фішера | 2,61 | 2,69 | 3,15 |
| Значущість критерію Фішера | <0,001 | <0,001 | 0,004 |
| Коефіцієнт множинної кореляції | 0,87 | 0,79 | 0,74 |

3.4. Визначення режиму переміщення міською територією під час поїздок, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту

Систематичні функції корисності моделей вибору режиму зазвичай включають показники рівня послуг та соціально-економічні атрибути. Прикладом показників рівня послуг можуть бути час переміщення (з або без урахування часу посадки/висадки, часу очікування), грошові витрати, регулярність руху, кількість пересадок тощо. Зазвичай ці атрибути мають від'ємні коефіцієнти, оскільки вони в основному негативно сприймаються користувачем.

Соціоекономічні ознаки включають характеристики особи, яка приймає рішення, або її домогосподарства. Типовими прикладами таких характеристик є вік, стать, дохід сім'ї, наявність автомобіля та водійського дозволу.

Під час онлайн-анкетування, проведеного з допомогою створеного у Google-forms опитувальника [132], зібрано інформацію про соціоекономічні характеристики користувача та характеристики поїздок у напрямках дім – транспортний вузол та транспортний вузол – дім. Для аналізу зібраної під час анкетування інформації всі дані внесено в таблицю MS Excel (фрагмент – на рис. 3.19).

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|----------|----------------|---------------------------------|----------------|--------------------|----------------|----------------------------|
| 1 | Загальне по поїздках до транспортних вузлів | | | | | | | |
| 2 | Вік | Стать | Вид зайнятості | Час виконання | Вид транспорту | Тривалість поїздки | Наявність авто | Частота поїздки |
| 3 | 18 | жіноча | не працює | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | до 20 хв | ні | кілька разів на місяць |
| 4 | 19 | чоловіча | не працює | Робочий день (понеділок - п'ятн | ГТ | до 20 хв | ні | кілька разів на місяць |
| 5 | 20 | жіноча | не працює | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | до 20 хв | ні | один раз на кілька місяців |
| 6 | 29 | жіноча | не працює | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | до 20 хв | ні | один раз на кілька місяців |
| 7 | 29 | чоловіча | працюючий | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | до 20 хв | ні | один раз на кілька місяців |
| 8 | 32 | чоловіча | працюючий | Робочий день (понеділок - п'ятн | ГТ | до 20 хв | ні | один раз на кілька місяців |
| 9 | 16 | жіноча | не працює | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | 20 - 40 хв | ні | кілька разів на місяць |
| 10 | 18 | чоловіча | не працює | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | 20 - 40 хв | ні | один раз на кілька місяців |
| 11 | 18 | чоловіча | не працює | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | 20 - 40 хв | ні | кілька разів на місяць |
| 12 | 19 | жіноча | не працює | Робочий день (понеділок - п'ятн | ГТ | 20 - 40 хв | ні | кілька разів на місяць |
| 13 | 20 | жіноча | не працює | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | 20 - 40 хв | ні | кілька разів на місяць |
| 14 | 21 | чоловіча | працюючий | Робочий день (понеділок - п'ятн | ГТ | 20 - 40 хв | ні | кілька разів на місяць |
| 15 | 27 | жіноча | працюючий | Робочий день (понеділок - п'ятн | ГТ | 20 - 40 хв | ні | кілька разів на місяць |
| 16 | 27 | жіноча | працюючий | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | 20 - 40 хв | ні | один раз на кілька місяців |
| 17 | 37 | жіноча | працюючий | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | 20 - 40 хв | ні | один раз на кілька місяців |
| 18 | 38 | чоловіча | працюючий | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | 20 - 40 хв | так | один раз на кілька місяців |
| 19 | 18 | чоловіча | не працює | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | 20 - 40 хв | ні | кілька разів на місяць |
| 20 | 20 | жіноча | не працює | Вихідний день (субота, неділя а | ГТ | 20 - 40 хв | ні | кілька разів на місяць |
| 21 | 20 | чоловіча | не працює | Робочий день (понеділок - п'ятн | ГТ | 20 - 40 хв | ні | один раз на кілька місяців |

Рис. 3.19. Фрагмент таблиці для опрацювання даних анкетувань

Опис змінних подано в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12

Опис змінних для моделі вибору режиму переміщення

| Тип змінної | Назва змінної | Умовне позначення |
|-------------------------------------|--|-------------------|
| Соціально-економічні характеристики | Наявність автомобіля | <i>Car</i> |
| | Вид зайнятості | <i>Work</i> |
| | Вік | <i>Age</i> |
| | Стать | <i>Gen</i> |
| Часова доступність | Час виконання поїздки | <i>Day</i> |
| | Частота виконання поїздки | <i>Int</i> |
| Характеристики поїздки | Тривалість поїздки | <i>Time</i> |
| Наявність автомобіля | Фіктивна змінна: 0 – авто відсутнє, 1 – авто наявне | |
| Вид зайнятості | Фіктивна змінна: 0 – непрацюючий, 1 – працюючий | |
| Вік | Фіктивна змінна: 1 – вік ≤ 35 років, 0 – > 35 років | |
| Стать | Фіктивна змінна: 0 – чоловік, 1 – жінка | |
| Час виконання поїздки | Фіктивна змінна: 0 – робочий день (понеділок – п'ятниця), 1 – вихідний день (субота, неділя, державні свята) | |
| Частота виконання поїздки | Фіктивна змінна: 0 – кілька разів на місяць, 1 – раз на кілька місяців | |
| Тривалість поїздки | Визначається трьома балами: 0 – до 20 хв, 1 – 20 – 40 хв, 2 – більше 40 хв. | |

Підсумкові результати опрацювання даних подано в таблиці 3.13.

Побудова дерева рішень проводиться з метою оцінки ймовірності вибору користувачем громадського транспорту для виконання поїздки, пов'язаної з транспортним вузлом. Початкова ентропія для ситуації вибору користувачем громадського транспорту становитиме: $H(A, IT) = 0,869$.

Таблиця 3.13

Підсумки опрацювання даних анкетувань

| Показник | Значення |
|--|----------|
| Множина n | 1140 |
| Кількість чоловіків | 552 |
| Кількість жінок | 588 |
| Кількість працюючих | 478 |
| Кількість непрацюючих | 662 |
| Наявність власного авто | 294 |
| Відсутність власного авто | 846 |
| Тривалість поїздки до 20 хв | 368 |
| Тривалість поїздки 20 - 40 хв | 588 |
| Тривалість поїздки більше 40 хв | 184 |
| Вік до 35 років (включно) | 571 |
| Вік більше 35 років | 569 |
| Виконання поїздки кілька разів на місяць | 478 |
| Виконання поїздки один раз на кілька місяців | 662 |
| Виконання поїздки в робочий день | 552 |
| Виконання поїздки у вихідний день | 588 |

Результати розрахунків приростів інформації з подальшим коригуванням для всіх атрибутів, які розглядаються, подано в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14

Розрахунок приростів інформації для атрибутів при прогнозуванні вибору для поїздки громадського транспорту

| Атрибут Q | $Gain(A, Q)$ | $SplitInfo(A, Q)$ | $GainRatio(A, Q)$ | Атрибути впливу, впорядковані в порядку спадання їх значимості |
|-------------|--------------|-------------------|-------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Вік | 0,095 | 1,0 | 0,095 | Наявність авто |

Продовження табл. 3.14

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|--------|-------|--------|--------------------|
| Стать | 0,0003 | 0,999 | 0,0003 | Частота поїздки |
| Зайнятість | 0,022 | 0,981 | 0,023 | Вік |
| Наявність авто | 0,321 | 0,823 | 0,390 | Зайнятість |
| Тривалість поїздки | 0,021 | 1,443 | 0,014 | Тривалість поїздки |
| Частота поїздки | 0,096 | 0,984 | 0,097 | День тижня |
| День тижня | 0,002 | 0,999 | 0,002 | Стать |

На основі отриманих даних побудовано дерево рішень для вибору виду транспорту – громадського або приватного (рис. 3.20). Значення 1 в кружечку означає вибір режиму ГТ, значення 0 – вибір режиму ІТ, 50% - ймовірність (у відсотках) вибору режиму ГТ.

Отримані результати було опубліковано в праці [133].

З урахуванням інформації, отриманої з побудованого дерева рішень, надалі при формуванні функцій корисності вибору режиму переміщення не враховуються такі показники, як день тижня та стать користувача, оскільки вони несуттєво впливають на вибір. Це рішення дозволило прискорити подальші розрахунки без втрати точності моделі.

У таблиці 3.15 наведено атрибути та коефіцієнти, відкалібровані для мультиноміальної логіт-моделі вибору режиму переміщень, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту. Для визначення коефіцієнтів функції корисності використано регресійний аналіз, застосування якого є доцільним під час розв'язання задач моделювання ситуації вибору. Результуюча ознака – привабливість альтернативи – замінювалася частотою вибору цієї альтернативи.

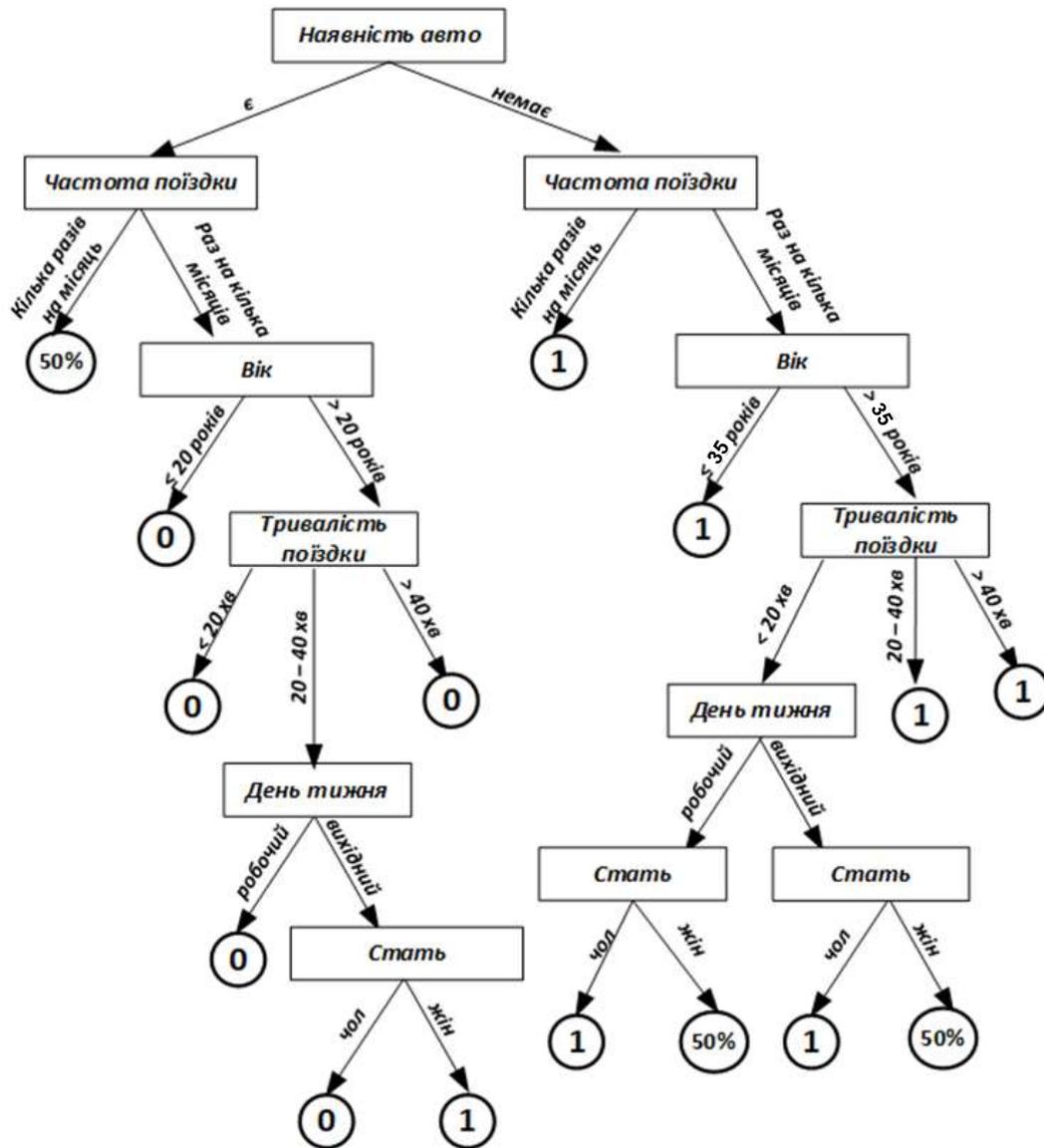


Рис. 3.20. Дерево рішень для вибору громадського транспорту під час виконання поїздки, пов'язаної з ВЗТ

Візьмемо для прикладу транспортний район № 18 з такими характеристиками: загальна кількість жителів – 1000 осіб, з них 400 осіб – віком до 35 років, працюючі становлять 60% від загальної кількості жителів району, автомобілем володіють 300 осіб, тривалість руху пішки від цього ТР до вузла зовнішнього транспорту – 20 хв, тривалість переміщення ГТ – 15 хв, тривалість руху власним авто чи таксі – 10 хв, між ТР та ВЗТ є два безпересадкових маршрути громадського транспорту.

Таблиця 3.15

Показники функцій корисності вибору режиму переміщення при поїздках, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту

| Умовне позначення | Атрибут | Коефіцієнт МЛМ |
|-----------------------|--|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Рух пішки | | |
| t_{walk} | Тривалість переміщення | -1,03 |
| Age | Вік (1 – якщо вік ≤ 35 р, 0 – якщо вік більше 35 років) | 5,46 |
| Приватне авто | | |
| Car | Наявність власного автомобіля (1 – є авто, 0 - немає) | 10,453 |
| t_{car} | Тривалість переміщення | -2,235 |
| $Work$ | Вид зайнятості (1 – працюючий, 0 – непрацюючий) | 1,246 |
| A_{car} | Додаткові атрибути | -1,589 |
| Таксі | | |
| Age | Вік | -6,069 |
| t_{taxi} | Тривалість переміщення | -0,385 |
| A_{taxi} | Додаткові атрибути | -10,069 |
| Громадський транспорт | | |

Продовження табл. 3.15

| 1 | 2 | 3 |
|----------------|--|----------|
| t_{PuT} | Тривалість переміщення | -1,152 |
| Car | Наявність власного автомобіля (1 – є авто, 0 - немає) | -1,365 |
| $N_{transfer}$ | Наявність пересадок (1 – якщо є пересадка, 0 – якщо немає) | -3,54 |
| N_{route} | Кількість маршрутів ГТ | 4,564 |
| A_{PuT} | Додаткові атрибути | -1,987 |

Корисність режимів переміщення за таких умов становитиме:

$$\text{Рух пішки, вік до 35 років: } V_k = -1,03 \cdot 20 + 5,46 \cdot 1 = -15,14$$

$$\text{Рух пішки, вік після 35 років: } V_k = -1,03 \cdot 20 = -20,6$$

$$\text{Рух ІТ, працююче населення, наявність авто: } V_k = -12,24$$

$$\text{Рух ІТ, працююче населення, відсутність авто: } V_k = -22,69$$

$$\text{Рух ІТ, непрацююче населення, наявність авто: } V_k = -13,48$$

$$\text{Рух ІТ, непрацююче населення, відсутність авто: } V_k = -23,94$$

$$\text{Рух таксі, вік до 35 років: } V_k = -19,99$$

$$\text{Рух таксі, вік після 35 років: } V_k = -13,92$$

$$\text{Рух ГТ, наявність авто: } V_k = -11,54$$

$$\text{Рух ГТ, відсутність авто: } V_k = -10,14$$

Для розрахунку ймовірностей розрахуємо експоненти значень функцій корисності (з урахуванням частки користувачів кожного типу):

$$\exp(V_k^{walk}) = 0,4 \cdot \exp(-15,14) + 0,6 \cdot \exp(-20,6) = 1,07 \cdot 10^{-7}$$

$$\exp(V_k^{PrT}) = 0,6 \cdot 0,3 \cdot \exp(-12,24) + 0,6 \cdot 0,7 \cdot \exp(-22,69) + 0,4 \cdot 0,3 \cdot \exp(-13,48) + 0,4 \cdot 0,7 \cdot \exp(-23,94) = 1,038 \cdot 10^{-6}$$

$$\exp(V_k^{taxi}) = 0,4 \cdot \exp(-19,99) + 0,6 \cdot \exp(-13,92) = 5,41 \cdot 10^{-7}$$

$$\exp(V_k^{PuT}) = 0,3 \cdot \exp(-11,54) + 0,7 \cdot \exp(-10,14) = 3,05 \cdot 10^{-5}$$

Ймовірності вибору кожного з режимів за мультиноміальною логіт-моделлю:

Рух пішки:

$$P_{walk} = \frac{1,07 \cdot 10^{-7}}{1,07 \cdot 10^{-7} + 1,038 \cdot 10^{-6} + 5,41 \cdot 10^{-7} + 3,05 \cdot 10^{-5}} = 0,004$$

Рух ІТ:

$$P_{PrT} = \frac{1,038 \cdot 10^{-6}}{1,07 \cdot 10^{-7} + 1,038 \cdot 10^{-6} + 5,41 \cdot 10^{-7} + 3,05 \cdot 10^{-5}} = 0,032$$

Рух таксі:

$$P_{taxi} = \frac{5,41 \cdot 10^{-7}}{1,07 \cdot 10^{-7} + 1,038 \cdot 10^{-6} + 5,41 \cdot 10^{-7} + 3,05 \cdot 10^{-5}} = 0,017$$

Рух ГТ:

$$P_{PuT} = \frac{3,05 \cdot 10^{-5}}{1,07 \cdot 10^{-7} + 1,038 \cdot 10^{-6} + 5,41 \cdot 10^{-7} + 3,05 \cdot 10^{-5}} = 0,947$$

Відповідно, кількість осіб, що скористаються для переміщень до ВЗТ кожним із режимів, становитиме:

$$\text{Рух пішки: } Q_{walk} = 0,004 \cdot 1000 = 4 \text{ ос.}$$

$$\text{Рух ІТ: } Q_{PrT} = 0,032 \cdot 1000 = 32 \text{ ос.}$$

$$\text{Рух таксі: } Q_{taxi} = 0,017 \cdot 1000 = 17 \text{ ос.}$$

$$\text{Рух ГТ: } Q_{PuT} = 0,947 \cdot 1000 = 947 \text{ ос.}$$

Таким методом можна прогнозувати величину попиту з розподілом за режимами переміщення на основі інформації про структуру населення та часові характеристики поїздок.

3.5. Висновки до розділу

1. Проведено аналіз мережі вузлів зовнішнього транспорту Львова з оцінкою їх основних характеристик: кількості маршрутів, кількості відправок за добу, часового періоду роботи та кількості альтернативних ВЗТ, з яких можна виконати позаміську поїздку в певному напрямку. Визначено рейтинг вузлів зовнішнього транспорту для їх вибору потенційними пасажирями.

2. Досліджено поведінку користувачів вузлів зовнішнього транспорту. Визначено критерії вибору виду ВЗТ (тривалість та вартість позаміської поїздки, часовий період відправки і тривалість добирання до ВЗТ по місту) та режиму переміщення міською територією (соціоекономічні характеристики індивідів та параметри мережі ГПТ). Встановлено, що 37% користувачів транспортної системи здійснюють переміщення, пов'язані з ВЗТ, щотижня, тобто ці переміщення є достатньо масовими для значних міст.

3. Сформовано функції корисності та розраховано коефіцієнти мультиноміальної логіт-моделі для оцінки ймовірності вибору виду ВЗТ (автобусний чи залізничний). Адекватність сформованої МЛМ перевірено

шляхом порівняння результатів розрахунків за цією моделлю з результатами окремої тестової вибірки з 30 опитувань (отримано 86% збіжності результатів).

4. Вибір режиму переміщення (громадський транспорт, індивідуальний транспорт, рух пішки чи переміщення таксі) здійснюється на основі сформованих функцій корисності та розрахованих коефіцієнтів МЛМ. Попередньо шляхом побудови дерева рішень визначено чинники, які мають статистично значущий вплив на такий вибір.

РОЗДІЛ 4

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ МОДЕЛЮВАННЯ

4.1. Створення моделі території міста в PTV Visum (на прикладі Львова)

Під час моделювання території Львова в програмному середовищі PTV Visum проведено такі основні операції:

1. Створено три системи транспорту: систему індивідуального транспорту (Car – тип PrT), систему громадського транспорту (Bus – тип PuT) та систему руху пішки (Walk – тип PuTWalk). Для системи ГТ створено чотири режими переміщення: автобусами великої вмістимості, автобусами середньої вмістимості, трамваями та тролейбусами (рис. 4.1).
2. Створена модель транспортної мережі міста налічує 500 вузлів (перехресть) та 1484 відрізки (ділянки вулиць). Ділянки вулиць поділяються на три типи: вулиці з однією, двома та трьома смугами руху в напрямку.
3. Система громадського транспорту налічує 7 трамвайних маршрутів, 10 тролейбусних, 21 маршрут, який обслуговується автобусами великої вмістимості і 28 маршрутів, які обслуговуються автобусами середньої вмістимості (додаток В). Для кожного з маршрутів задано розклади їх руху (згідно з даними сервісу ewau.in.ua [134]). Тривалості руху на маршрутах розраховано залежно від довжин маршрутів (з урахуванням швидкості в системі ГТ) та тривалостей простою на зупинках, які задавалися залежно від типу та характеристик зупинки на основі проведених власних досліджень, опублікованих в роботах [135, 136]). Коригування розкладів проведено на контрольних пунктах маршрутів, визначених з урахуванням характеристик зупинок за методикою, детально описаною в [137, 138].
4. Територію поділено на 20 транспортних районів, які з допомогою примикань прив'язано до вулично-дорожньої мережі (рис. 4.2). З

допомогою процедур *Calculate – Procedure sequence – Matrices – Calculate PrT skim matrix* та *Calculate – Procedure sequence – Matrices – Calculate PuT skim matrix* побудовано матриці відстаней між ТР для систем індивідуального та громадського транспорту відповідно (рис. 4.3 – рис. 4.4).

| Transport systems / Modes / Demand segments | | | | | |
|---|------------|-----------------|----------|-------------------------------------|------------|
| Transport systems | Modes | Demand segments | | | |
| Number: 5 | Code | Name | TSys | Interchangeable | DSeg |
| 1 | Car | Car | Car | <input checked="" type="checkbox"/> | Car |
| 2 | Great_Bus | Great_Bus | Bus,Walk | <input checked="" type="checkbox"/> | Great_Bus |
| 3 | Middle_Bus | Middle_Bus | Bus,Walk | <input checked="" type="checkbox"/> | Middle_Bus |
| 4 | Tram | Tram | Bus,Walk | <input checked="" type="checkbox"/> | Tram |
| 5 | Troll | Troll | Bus,Walk | <input checked="" type="checkbox"/> | Troll |

Рис. 4.1. Створення систем транспорту та режимів переміщень у PTV

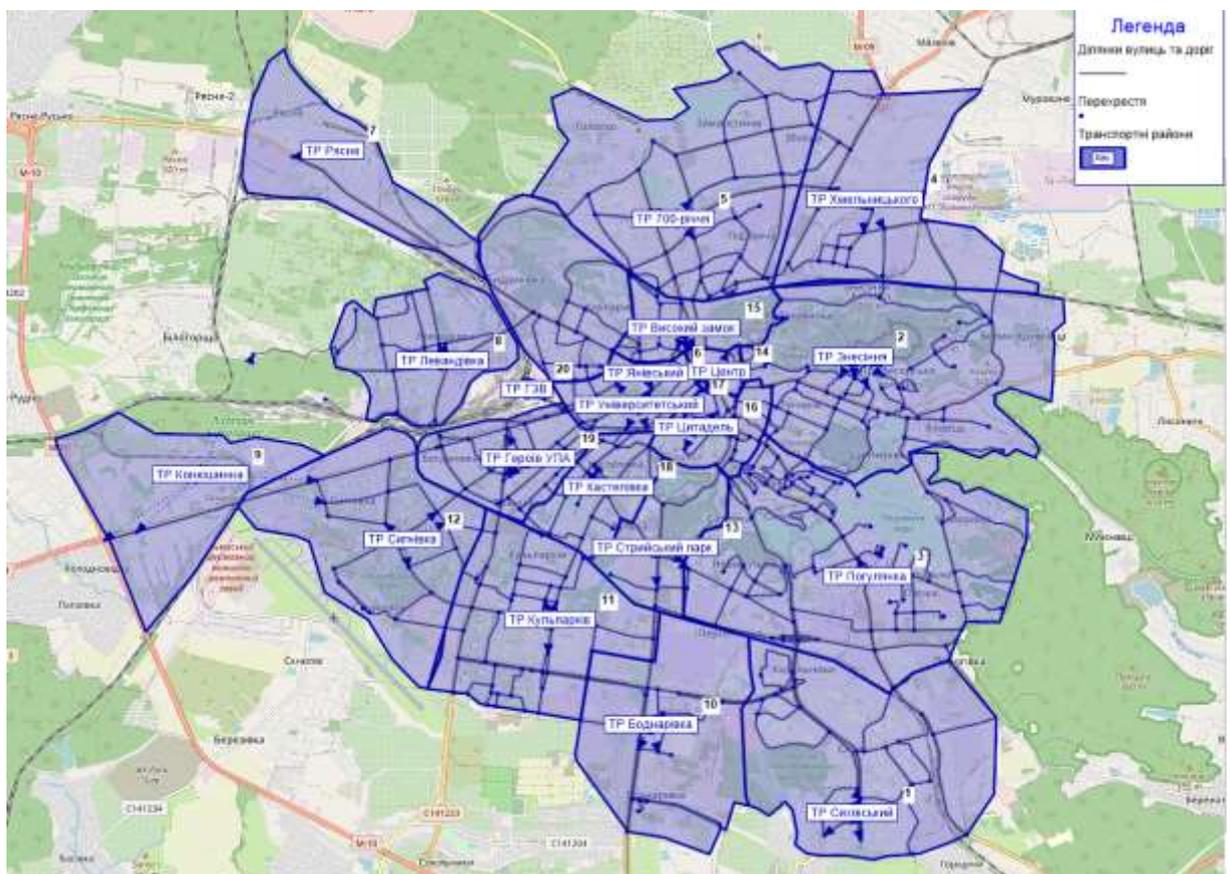


Рис. 4.2. Поділ території Львова на транспортні райони

| 20 x 20 | Назва | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
|---------|----------------------|-------------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | Селище Рівненське | Полупинський | Полупинський | Рівненське | Рівненське | Рівненське | Павлоград | Ковалівка | Борислав | Кульшери | Селище Рівненське | ТР Центр | |
| 1 | ТР Селище Рівненське | 167,03 | 116,96 | 130,55 | 140,03 | 116,25 | 79,09 | 151,03 | 107,75 | 352,01 | 129,11 | 102,21 | 107,12 | 91,53 | 77,43 | 80,63 | 92,50 | 69,64 | 76,82 | 80,29 | 86,76 | |
| 2 | ТР Звенигород | 119,23 | 8,72 | 6,79 | 4,41 | 5,04 | 5,81 | 4,38 | 9,52 | 7,52 | 10,75 | 7,59 | 6,83 | 7,70 | 4,97 | 2,54 | 3,82 | 2,85 | 4,12 | 4,91 | 5,69 | 5,88 |
| 3 | ТР Полупинський | 133,10 | 4,71 | 4,23 | 7,26 | 8,00 | 7,23 | 5,79 | 11,03 | 8,94 | 11,92 | 5,47 | 6,24 | 8,94 | 5,12 | 4,41 | 5,34 | 4,27 | 5,10 | 5,13 | 6,58 | 6,66 |
| 4 | ТР Жовтневий | 142,02 | 11,57 | 6,62 | 8,43 | 4,11 | 2,41 | 4,79 | 9,12 | 7,85 | 11,95 | 10,46 | 8,99 | 9,20 | 7,72 | 4,45 | 4,16 | 5,42 | 5,07 | 6,91 | 7,02 | 6,67 |
| 5 | ТР Рівненське | 111,24 | 9,74 | 4,79 | 6,90 | 2,41 | 6,11 | 2,87 | 6,61 | 6,02 | 10,12 | 8,62 | 7,17 | 7,37 | 5,89 | 2,62 | 2,33 | 3,60 | 3,24 | 5,09 | 5,20 | 4,85 |
| 6 | ТР Рівненське | 76,37 | 8,38 | 3,77 | 5,25 | 4,55 | 2,98 | 2,45 | 5,39 | 3,30 | 7,18 | 6,76 | 4,83 | 4,43 | 4,03 | 1,48 | 1,03 | 2,05 | 0,52 | 2,75 | 2,26 | 1,91 |
| 7 | ТР Рівненське | 147,66 | 13,62 | 9,01 | 10,48 | 9,12 | 6,61 | 5,39 | 2,50 | 3,37 | 6,10 | 11,97 | 9,14 | 7,16 | 8,36 | 6,73 | 6,27 | 7,29 | 6,06 | 7,06 | 6,57 | 5,74 |
| 8 | ТР Павлоград | 307,67 | 11,53 | 6,92 | 8,40 | 7,70 | 6,14 | 3,30 | 3,37 | 2,36 | 4,66 | 6,71 | 5,76 | 3,20 | 6,19 | 4,84 | 4,18 | 5,20 | 3,97 | 4,91 | 2,86 | 3,65 |
| 9 | ТР Ковалівка | 148,73 | 11,87 | 10,19 | 11,67 | 10,57 | 9,41 | 6,48 | 6,10 | 4,91 | 3,25 | 8,81 | 5,86 | 3,10 | 8,40 | 7,91 | 7,45 | 6,47 | 6,46 | 6,97 | 4,52 | 5,94 |
| 10 | ТР Борислав | 127,96 | 4,53 | 7,57 | 5,75 | 10,13 | 8,56 | 7,47 | 11,62 | 8,28 | 8,59 | 3,96 | 2,89 | 5,52 | 2,74 | 6,57 | 6,67 | 5,52 | 5,56 | 3,96 | 5,57 | 7,12 |
| 11 | ТР Кульшери | 105,02 | 6,21 | 6,93 | 6,23 | 9,48 | 7,92 | 5,57 | 9,30 | 5,35 | 6,68 | 2,96 | 3,71 | 2,80 | 2,74 | 5,33 | 6,03 | 4,88 | 3,66 | 2,04 | 3,43 | 5,21 |
| 12 | ТР Селище Рівненське | 114,77 | 8,89 | 8,54 | 8,83 | 9,32 | 7,76 | 4,83 | 8,33 | 4,36 | 3,10 | 5,55 | 2,80 | 4,94 | 5,34 | 6,26 | 5,80 | 6,82 | 4,09 | 3,67 | 2,48 | 4,29 |
| 13 | ТР Стрийський парк | 89,97 | 5,25 | 4,87 | 5,11 | 7,43 | 5,88 | 4,77 | 8,91 | 5,00 | 0,40 | 2,76 | 2,74 | 5,34 | 1,49 | 3,27 | 3,87 | 2,82 | 2,86 | 1,25 | 2,87 | 4,42 |
| 14 | ТР Центр | 74,77 | 7,12 | 2,94 | 3,80 | 4,63 | 3,07 | 1,49 | 6,73 | 4,64 | 0,27 | 5,89 | 4,77 | 5,29 | 3,27 | 0,29 | 1,11 | 0,95 | 1,63 | 2,69 | 3,12 | 3,20 |
| 15 | ТР Високий замок | 76,52 | 8,06 | 3,27 | 4,06 | 4,05 | 2,48 | 0,97 | 6,21 | 4,12 | 0,22 | 6,87 | 5,24 | 5,47 | 4,15 | 1,09 | 1,12 | 1,67 | 1,34 | 3,16 | 3,29 | 2,94 |
| 16 | ТР Цепель | 75,48 | 6,67 | 2,85 | 3,64 | 5,13 | 3,58 | 2,12 | 7,36 | 5,27 | 7,93 | 5,54 | 4,43 | 4,96 | 2,52 | 1,07 | 1,67 | 0,95 | 1,30 | 2,38 | 2,78 | 2,87 |
| 17 | ТР Інтернат | 69,02 | 8,29 | 3,71 | 5,10 | 4,93 | 3,36 | 0,52 | 5,77 | 3,68 | 6,90 | 5,51 | 3,88 | 3,83 | 2,76 | 1,40 | 1,40 | 1,96 | 1,01 | 1,49 | 1,76 | 1,83 |
| 18 | ТР Костинівка | 76,73 | 7,23 | 4,91 | 5,49 | 7,30 | 5,74 | 2,81 | 6,95 | 4,15 | 6,67 | 3,97 | 2,94 | 3,00 | 1,26 | 3,31 | 3,78 | 2,86 | 1,63 | 1,26 | 1,42 | 2,46 |
| 19 | ТР Гурова УГП | 84,14 | 10,40 | 6,37 | 7,86 | 7,16 | 6,59 | 2,66 | 6,62 | 3,71 | 4,92 | 7,14 | 4,79 | 3,16 | 4,43 | 4,08 | 3,63 | 4,66 | 2,63 | 3,16 | 1,83 | 2,12 |
| 20 | ТР ГЗВ | 85,64 | 9,66 | 5,62 | 7,10 | 6,40 | 4,84 | 1,81 | 6,87 | 3,70 | 6,88 | 6,41 | 4,48 | 3,69 | 3,68 | 3,34 | 2,88 | 3,90 | 1,88 | 2,40 | 1,91 | 3,94 |

Рис. 4.3. Матриця тривалостей руху між транспортними районами в системі індивідуального транспорту

| 20 x 20 | Назва | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
|---------|----------------------|-------------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | Селище Рівненське | Полупинський | Полупинський | Рівненське | Рівненське | Рівненське | Павлоград | Ковалівка | Борислав | Кульшери | Селище Рівненське | ТР Центр | |
| 1 | ТР Селище Рівненське | 167,03 | 116,96 | 130,55 | 140,03 | 116,25 | 79,09 | 151,03 | 107,75 | 352,01 | 129,11 | 102,21 | 107,12 | 91,53 | 77,43 | 80,63 | 92,50 | 69,64 | 76,82 | 80,29 | 86,76 | |
| 2 | ТР Звенигород | 119,23 | 8,72 | 6,79 | 4,41 | 5,04 | 5,81 | 4,38 | 9,52 | 7,52 | 10,75 | 7,59 | 6,83 | 7,70 | 4,97 | 2,54 | 3,82 | 2,85 | 4,12 | 4,91 | 5,69 | 5,88 |
| 3 | ТР Полупинський | 133,10 | 4,71 | 4,23 | 7,26 | 8,00 | 7,23 | 5,79 | 11,03 | 8,94 | 11,92 | 5,47 | 6,24 | 8,94 | 5,12 | 4,41 | 5,34 | 4,27 | 5,10 | 5,13 | 6,58 | 6,66 |
| 4 | ТР Жовтневий | 142,02 | 11,57 | 6,62 | 8,43 | 4,11 | 2,41 | 4,79 | 9,12 | 7,85 | 11,95 | 10,46 | 8,99 | 9,20 | 7,72 | 4,45 | 4,16 | 5,42 | 5,07 | 6,91 | 7,02 | 6,67 |
| 5 | ТР Рівненське | 111,24 | 9,74 | 4,79 | 6,90 | 2,41 | 6,11 | 2,87 | 6,61 | 6,02 | 10,12 | 8,62 | 7,17 | 7,37 | 5,89 | 2,62 | 2,33 | 3,60 | 3,24 | 5,09 | 5,20 | 4,85 |
| 6 | ТР Рівненське | 76,37 | 8,38 | 3,77 | 5,25 | 4,55 | 2,98 | 2,45 | 5,39 | 3,30 | 7,18 | 6,76 | 4,83 | 4,43 | 4,03 | 1,48 | 1,03 | 2,05 | 0,52 | 2,75 | 2,26 | 1,91 |
| 7 | ТР Рівненське | 147,66 | 13,62 | 9,01 | 10,48 | 9,12 | 6,61 | 5,39 | 2,50 | 3,37 | 6,10 | 11,97 | 9,14 | 7,16 | 8,36 | 6,73 | 6,27 | 7,29 | 6,06 | 7,06 | 6,57 | 5,74 |
| 8 | ТР Павлоград | 307,67 | 11,53 | 6,92 | 8,40 | 7,70 | 6,14 | 3,30 | 3,37 | 2,36 | 4,66 | 6,71 | 5,76 | 3,20 | 6,19 | 4,84 | 4,18 | 5,20 | 3,97 | 4,91 | 2,86 | 3,65 |
| 9 | ТР Ковалівка | 148,73 | 11,87 | 10,19 | 11,67 | 10,57 | 9,41 | 6,48 | 6,10 | 4,91 | 3,25 | 8,81 | 5,86 | 3,10 | 8,40 | 7,91 | 7,45 | 6,47 | 6,46 | 6,97 | 4,52 | 5,94 |
| 10 | ТР Борислав | 127,96 | 4,53 | 7,57 | 5,75 | 10,13 | 8,56 | 7,47 | 11,62 | 8,28 | 8,59 | 3,96 | 2,89 | 5,52 | 2,74 | 6,57 | 6,67 | 5,52 | 5,56 | 3,96 | 5,57 | 7,12 |
| 11 | ТР Кульшери | 105,02 | 6,21 | 6,93 | 6,23 | 9,48 | 7,92 | 5,57 | 9,30 | 5,35 | 6,68 | 2,96 | 3,71 | 2,80 | 2,74 | 5,33 | 6,03 | 4,88 | 3,66 | 2,04 | 3,43 | 5,21 |
| 12 | ТР Селище Рівненське | 114,77 | 8,89 | 8,54 | 8,83 | 9,32 | 7,76 | 4,83 | 8,33 | 4,36 | 3,10 | 5,55 | 2,80 | 4,94 | 5,34 | 6,26 | 5,80 | 6,82 | 4,09 | 3,67 | 2,48 | 4,29 |
| 13 | ТР Стрийський парк | 89,97 | 5,25 | 4,87 | 5,11 | 7,43 | 5,88 | 4,77 | 8,91 | 5,00 | 0,40 | 2,76 | 2,74 | 5,34 | 1,49 | 3,27 | 3,87 | 2,82 | 2,86 | 1,25 | 2,87 | 4,42 |
| 14 | ТР Центр | 74,77 | 7,12 | 2,94 | 3,80 | 4,63 | 3,07 | 1,49 | 6,73 | 4,64 | 0,27 | 5,89 | 4,77 | 5,29 | 3,27 | 0,29 | 1,11 | 0,95 | 1,63 | 2,69 | 3,12 | 3,20 |
| 15 | ТР Високий замок | 76,52 | 8,06 | 3,27 | 4,06 | 4,05 | 2,48 | 0,97 | 6,21 | 4,12 | 0,22 | 6,87 | 5,24 | 5,47 | 4,15 | 1,09 | 1,12 | 1,67 | 1,34 | 3,16 | 3,29 | 2,94 |
| 16 | ТР Цепель | 75,48 | 6,67 | 2,85 | 3,64 | 5,13 | 3,58 | 2,12 | 7,36 | 5,27 | 7,93 | 5,54 | 4,43 | 4,96 | 2,52 | 1,07 | 1,67 | 0,95 | 1,30 | 2,38 | 2,78 | 2,87 |
| 17 | ТР Інтернат | 69,02 | 8,29 | 3,71 | 5,10 | 4,93 | 3,36 | 0,52 | 5,77 | 3,68 | 6,90 | 5,51 | 3,88 | 3,83 | 2,76 | 1,40 | 1,40 | 1,96 | 1,01 | 1,49 | 1,76 | 1,83 |
| 18 | ТР Костинівка | 76,73 | 7,23 | 4,91 | 5,49 | 7,30 | 5,74 | 2,81 | 6,95 | 4,15 | 6,67 | 3,97 | 2,94 | 3,00 | 1,26 | 3,31 | 3,78 | 2,86 | 1,63 | 1,26 | 1,42 | 2,46 |
| 19 | ТР Гурова УГП | 84,14 | 10,40 | 6,37 | 7,86 | 7,16 | 6,59 | 2,66 | 6,62 | 3,71 | 4,92 | 7,14 | 4,79 | 3,16 | 4,43 | 4,08 | 3,63 | 4,66 | 2,63 | 3,16 | 1,83 | 2,12 |
| 20 | ТР ГЗВ | 85,64 | 9,66 | 5,62 | 7,10 | 6,40 | 4,84 | 1,81 | 6,87 | 3,70 | 6,88 | 6,41 | 4,48 | 3,69 | 3,68 | 3,34 | 2,88 | 3,90 | 1,88 | 2,40 | 1,91 | 3,94 |

Рис. 4.4. Матриця тривалостей руху між транспортними районами в системі громадського транспорту

При переміщенні міською територією для більшості користувачів критерієм вибору шляху переміщення при використанні системи громадського транспорту є не час поїздки, а її безпересадковість. Тому для оцінки доступності кожного з районів з точки зору ГТ визначено маршрути, які проходять через кожен з транспортних районів (додаток Г і рис. 4.5) та сформовано матриці кількості прямих маршрутів (з розподілом за різними режимами ГТ), які з'єднують ці райони між собою (додаток Д). Підсумкова матриця внесена в PTV Visum.

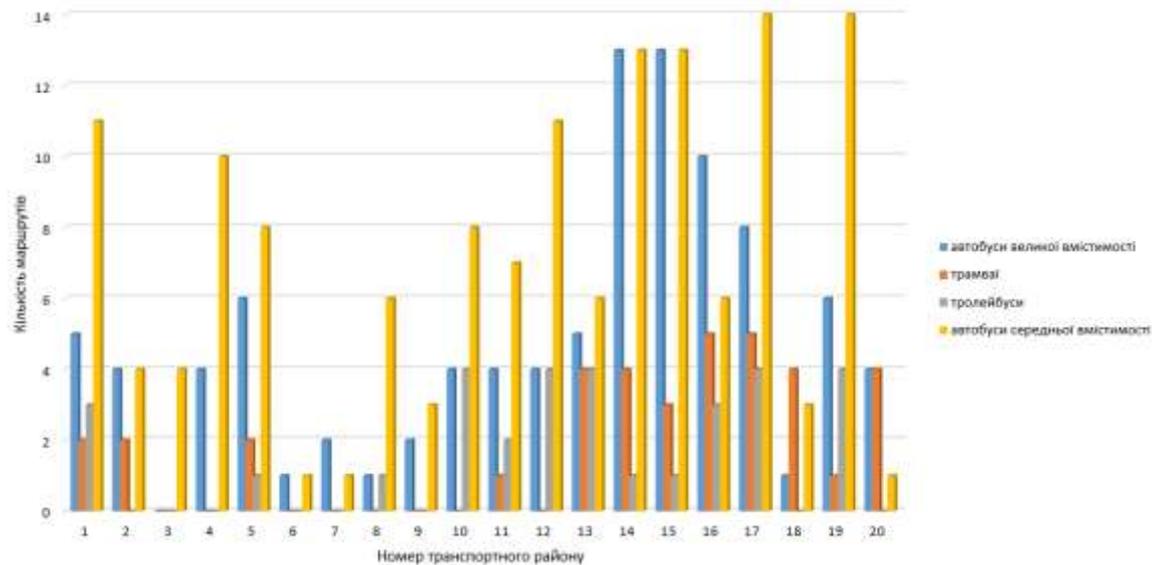


Рис. 4.5. Діаграма кількості маршрутів ГПТ, що проходять через кожен з транспортних районів

На етапі генерації переміщень (процедура *Trip generation*) визначається генеруюча здатність та привабливість кожного з транспортних районів. Основою для цього розрахунку є статистичні характеристики транспортних районів (кількість жителів (з розподілом за групами населення: працюючі, студенти тощо), кількість місць праці, навчання, здійснення покупок та ін.). Кількість переміщень визначається залежно від причини переміщення, відповідно, формується матриця цілей переміщення. Типовими причинами переміщень є робота, навчання, покупки, дозвілля та інше. В роботі окремо виділяються також переміщення, пов'язані з ВЗТ. Загалом сформовано 16 шарів попиту (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Матриця причин переміщень та шарів попиту

| Мета переміщень | | Прибуття | | | | | |
|-----------------|----------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|----------------|
| | | Дім | Робота | Навчання | Покупки | Інше | ВЗТ |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Відправка | Дім | - | Дім - робота | Дім – навчання | Дім – покупки | Дім - інше | Дім - ВЗТ |
| | Робота | Робота - дім | - | Робота - інше | | | |
| | Навчання | Навчання - дім | Інше - робота | - | Навчання - інше | | Навчання - ВЗТ |
| | Покупки | Покупки - дім | | Інше - навчання | Інше - інше | | |
| | ВЗТ | ВЗТ - дім | | | | | |
| | Інше | Інше - дім | | | | | |

Ступінь рухомості населення для шарів попиту, пов'язаних з ВЗТ, отримано на основі проведених досліджень, викладених в розділі 3, а для решти шарів попиту – з даних праці [93] – табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Ступені рухомості населення з розподілом за шарами попиту

| Шар попиту | Ступінь рухомості | Шар попиту | Ступінь рухомості |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| Дім – робота | 0,7 | Робота – дім | 0,5 |
| Дім – навчання | 0,8 | Навчання – дім | 0,6 |
| Дім – покупки | 0,33 | Покупки – дім | 0,38 |
| Дім – інше | 0,3 | Інше – дім | 0,28 |
| Дім - ВЗТ | 0,14 | ВЗТ – дім | 0,07 |
| Робота – інше | 0,55 | Навчання – інше | 0,12 |
| Інше – робота | 0,41 | Навчання – ВЗТ | 0,17 |
| Інше – навчання | 0,08 | Інше – інше | 0,1 |

Для розрахунку загальної матриці кореспонденцій використовується гравітаційна модель взаємодії між транспортними районами міста:

$$h_{ij} = f(NO_i, NP_j, c_{ij}) \quad (4.1)$$

Де NO_i - кількість відправок з i -ого району (ємність ТР на відправку);

NP_j - кількість прибуттів в j -ий район (ємність ТР на прибуття);

c_{ij} - функція індивідуальних витрат пасажирів на переміщення.

Для практичних розрахунків рівність (4.1) подається у вигляді:

$$h_{ij} = NO_i \frac{NP_j \cdot c_{ij} \cdot k_j}{\sum_m NP_m \cdot c_{im} \cdot k_m} \quad (4.2)$$

Де k - коефіцієнт калібрування, який забезпечує виконання умови збалансованості моделі – кількість поїздок з зони генерації має бути рівною сумі прибуттів з цієї зони до всіх зон притягання:

$$\sum_1^n h_{ij} = HO_i; \sum_1^n h_{ij} = HP_j; \sum_1^n HO_i = \sum_1^n HP_j \quad (4.3)$$

Ємність транспортних районів на відправку визначається з урахуванням кількості жителів в кожному ТР, а ємність на прибуття – характеристик точок тяжіння для переміщень з метою роботи, навчання, покупок, відвідань ВЗТ та інших причин.

Для подальшого розрахунку генеруючої здатності та привабливості транспортних районів у модель території, створеної у Visum, внесено дані про кількість жителів (на основі статистичних даних [121]), кількість місць проживання в гуртожитках (усього в модель внесено 52 таких точки тяжіння – додаток Е), кількість місць навчання (усього в модель внесено 127 точок тяжіння з навчальною метою – шкіл та ВНЗ – додаток Ж), кількість місць для переміщень з метою покупок (усього в модель внесено 28 загальноміських точок тяжіння такого типу – додаток З) та привабливість ВЗТ, які знаходяться в районах (дані табл. 3.4). У роботі приймається, що точки тяжіння для трудових поїздок та для поїздок з іншою метою рівномірно розподілені територією міста і їх кількість пропорційна до кількості жителів транспортного району. Графічно ця інформація подана на рис. 4.6 – рис. 4.7.

Ємність транспортних районів на прибуття визначається за виразом:

$$HD_j = N_j^{MP} + N_j^{MN} + N_j^{Mn} + N_j^{Mi} + P_{B3T}$$

де $N_j^{MP}, N_j^{MN}, N_j^{Mn}, N_j^{Mi}$ - кількість місць роботи, навчання, покупок та інших точок тяжіння в кожному транспортному районі;

P_{B3T} - привабливість ВЗТ, що розміщений в транспортному районі (розрахована за методикою, викладеною в розділі 3.1).

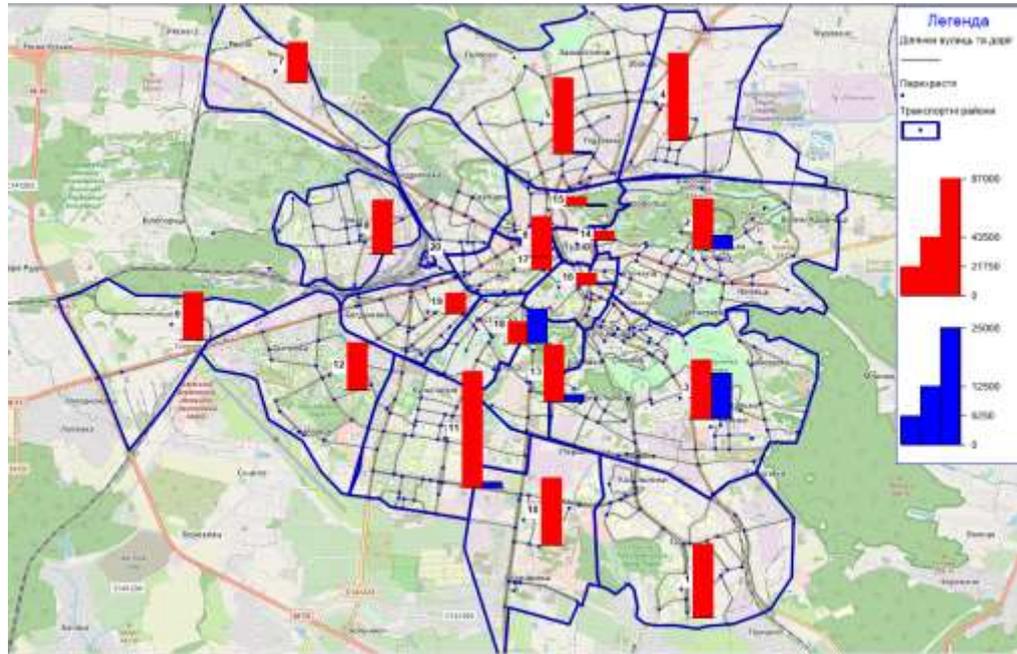


Рис. 4.6. Характеристики генеруючої здатності транспортних районів

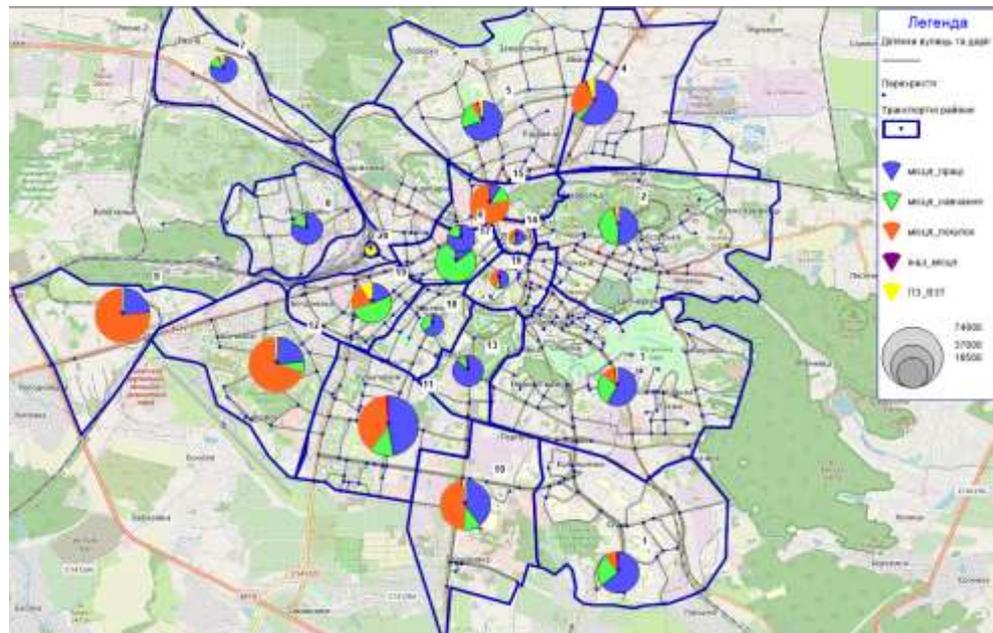


Рис. 4.7. Характеристики привабливості транспортних районів

Ємність транспортних районів на відправлення визначається за формулою:

$$HO_i = N_i \cdot \frac{\sum_{j=1}^n HD_j}{N_{ж}},$$

де N_i - сума кількості жителів та кількості місць в гуртожитках в кожному транспортному районі;

$N_{ж}$ - загальна кількість жителів та місць в гуртожитках території проектування.

Функція витрат для початкової матриці кореспонденцій розраховується як величина, обернена до відстані (l_{ij}) переміщення між парою транспортних районів.

Якщо котрась з умов балансування (4.3) не виконується, потрібно оцінити відхилення між початковою та розрахованою величиною ємкостей транспортних районів на відправлення чи прибуття:

$$\Delta_i = \frac{|HO_i^p - HO_i|}{HO_i} \cdot 100\%$$

$$\Delta_j = \frac{|HD_j^p - HD_j|}{HD_j} \cdot 100\%$$

Якщо хоча б для одного з районів значення відхилення більше 5%, то проводиться розрахунок коефіцієнтів балансування за формулою:

$$k_i = \frac{HO_i}{HO_i^p}$$

або

$$k_j = \frac{HD_j}{HD_j^p}$$

В результаті проведених розрахунків отримана загальна матриця кореспонденцій між транспортними районами (рис. 4.8).

| 20x20 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
|-------|-----------------------|----------|----------|----------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| | Назва | Селище | Знамен | Погоулентальна | Р 500 укр | Львівська | ТР Рівне | Львівська | Львівська | Ковчак | Едичів | Кульчак | Р Синавський | ГТ Центральної | Центральний | Львівська | Кіровоградська | Кіровоградська | Кіровоградська | Кіровоградська | Кіровоградська | |
| | Sum | 34276.32 | 29725.37 | 30009.21 | 42322.41 | 32445.66 | 12172.03 | 15115.88 | 19002.50 | 18221.57 | 50406.09 | 73903.16 | 61183.24 | 19422.46 | 3093.79 | 11674.30 | 7210.00 | 34102.67 | 30026.50 | 22383.82 | 2317.88 | |
| 1 | ТР Селиський | 47613.67 | 5223.32 | 2507.37 | 3412.88 | 2588.67 | 2039.69 | 857.96 | 889.93 | 1985.56 | 3067.82 | 3994.63 | 5848.78 | 3688.70 | 1428.61 | 288.71 | 1807.84 | 503.25 | 1229.66 | 548.70 | 1681.50 | 138.65 |
| 2 | ТР Знамен | 34887.01 | 1808.87 | 1569.84 | 2181.00 | 3668.44 | 2065.60 | 884.85 | 757.54 | 1811.09 | 2706.57 | 2454.90 | 3453.28 | 2694.49 | 1322.47 | 492.78 | 2189.58 | 776.58 | 1906.77 | 302.71 | 1640.11 | 133.74 |
| 3 | ТР Погоулентальна | 46658.86 | 4884.88 | 4083.42 | 3422.07 | 2840.71 | 2347.39 | 1851.48 | 303.29 | 1787.00 | 3467.26 | 4816.79 | 5424.07 | 3363.27 | 1482.98 | 488.84 | 2273.05 | 676.73 | 2170.01 | 1803.88 | 1974.57 | 161.36 |
| 4 | ТР Львівська | 58225.88 | 2477.70 | 3167.87 | 3501.33 | 7417.36 | 8807.16 | 1582.36 | 1377.01 | 1622.81 | 4266.74 | 3077.44 | 4588.36 | 3085.57 | 1788.85 | 483.91 | 3662.65 | 449.54 | 2672.32 | 616.81 | 2258.77 | 198.52 |
| 5 | ТР Рівненська | 49388.85 | 2668.60 | 3048.61 | 2275.85 | 8863.59 | 2369.44 | 1889.71 | 1328.66 | 1478.10 | 3445.71 | 2607.00 | 4824.70 | 3426.00 | 1987.82 | 573.89 | 4442.05 | 684.53 | 2919.90 | 184.89 | 2131.65 | 189.12 |
| 6 | ТР Львівська | 26382.01 | 742.55 | 1204.25 | 890.26 | 1463.55 | 1504.30 | 648.51 | 685.73 | 837.07 | 1517.57 | 932.85 | 1888.48 | 1770.88 | 486.29 | 311.23 | 3123.35 | 372.31 | 6521.49 | 136.44 | 1524.65 | 149.32 |
| 7 | ТР Рівне | 26034.02 | 1822.58 | 1127.82 | 996.65 | 1623.72 | 1523.09 | 885.54 | 2442.24 | 1834.93 | 3694.77 | 1411.12 | 2194.55 | 2453.85 | 538.99 | 155.47 | 1147.59 | 234.63 | 1006.10 | 293.06 | 1172.34 | 111.03 |
| 8 | ТР Львівська | 34979.05 | 1142.24 | 1386.65 | 1177.18 | 1818.29 | 1991.15 | 1834.08 | 1712.06 | 2474.83 | 4952.04 | 1695.35 | 3291.19 | 5183.41 | 688.66 | 213.22 | 1628.16 | 311.82 | 1568.15 | 288.56 | 2548.84 | 165.18 |
| 9 | ТР Ковчак | 36884.65 | 1145.23 | 972.79 | 873.87 | 1318.84 | 1043.28 | 843.83 | 875.48 | 1231.17 | 7524.94 | 1769.68 | 3488.81 | 5524.01 | 522.24 | 129.88 | 942.16 | 787.03 | 894.94 | 288.88 | 1528.14 | 104.62 |
| 10 | ТР Едичів | 43881.87 | 3888.88 | 1784.84 | 2336.03 | 1679.23 | 1010.00 | 620.82 | 678.23 | 980.36 | 3648.14 | 1070.63 | 8814.22 | 4084.48 | 2708.75 | 828.41 | 1388.89 | 398.35 | 1822.77 | 672.74 | 1777.12 | 114.98 |
| 11 | ТР Кульчак | 35823.78 | 4184.78 | 2713.71 | 1382.43 | 2888.31 | 2380.96 | 1388.72 | 1214.47 | 2148.17 | 7972.58 | 8789.12 | 10012.04 | 12516.61 | 3026.60 | 363.68 | 2207.94 | 648.88 | 3341.31 | 1873.60 | 4168.73 | 226.27 |
| 12 | ТР Синавський | 38888.84 | 1288.88 | 883.00 | 897.73 | 1285.54 | 984.25 | 967.45 | 885.97 | 1872.51 | 5964.83 | 2136.36 | 5889.78 | 3286.77 | 638.23 | 126.86 | 941.69 | 190.35 | 1221.55 | 427.86 | 2381.86 | 112.63 |
| 13 | ТР Страшківський парк | 38118.88 | 2289.84 | 1770.32 | 1741.29 | 1688.44 | 1462.77 | 844.73 | 883.43 | 941.93 | 2472.47 | 4816.00 | 6233.81 | 2882.67 | 2578.44 | 273.13 | 1644.57 | 517.36 | 1968.62 | 1418.81 | 2288.38 | 122.88 |
| 14 | ТР Центр | 8978.88 | 218.71 | 447.78 | 283.52 | 357.84 | 366.50 | 270.85 | 181.25 | 148.82 | 329.47 | 291.28 | 488.99 | 376.57 | 153.88 | 389.14 | 725.98 | 201.14 | 448.72 | 86.82 | 275.79 | 22.23 |
| 15 | ТР Вишківський | 6276.91 | 215.24 | 384.54 | 265.74 | 452.12 | 588.63 | 488.54 | 121.48 | 185.00 | 388.62 | 288.85 | 473.82 | 388.74 | 134.81 | 118.17 | 798.86 | 126.81 | 688.68 | 88.82 | 288.88 | 36.74 |
| 16 | ТР Циганська | 8880.88 | 341.88 | 888.88 | 448.05 | 472.86 | 462.43 | 278.38 | 138.73 | 192.13 | 883.23 | 461.29 | 748.88 | 678.88 | 281.25 | 188.88 | 706.37 | 294.21 | 828.22 | 144.04 | 488.88 | 36.48 |
| 17 | ТР Університетський | 10732.00 | 302.90 | 493.48 | 388.05 | 542.22 | 638.83 | 124.53 | 188.77 | 303.26 | 838.77 | 811.58 | 1011.88 | 888.62 | 291.65 | 134.88 | 828.88 | 187.20 | 1173.47 | 248.88 | 788.81 | 61.16 |
| 18 | ТР Кіровоградська | 28888.88 | 742.17 | 787.01 | 732.66 | 781.15 | 678.38 | 494.82 | 338.18 | 573.99 | 1428.68 | 1513.91 | 3788.88 | 1881.03 | 1386.87 | 121.88 | 733.36 | 230.43 | 1569.69 | 632.27 | 2088.72 | 99.93 |
| 19 | ТР Героїв УПА | 12318.87 | 397.89 | 473.71 | 395.58 | 614.89 | 534.65 | 432.82 | 273.85 | 677.18 | 1473.32 | 649.47 | 1428.55 | 2418.93 | 381.28 | 75.94 | 688.64 | 688.20 | 742.23 | 195.17 | 1363.28 | 89.18 |
| 20 | ТР ГЗП | 188.88 | 4.57 | 5.73 | 4.67 | 7.33 | 8.59 | 5.99 | 3.30 | 5.19 | 13.22 | 7.72 | 14.18 | 15.07 | 3.87 | 8.88 | 7.92 | 4.38 | 11.08 | 2.73 | 12.00 | 55.67 |

Рис. 4.8. Розрахована початкова матриця кореспонденцій між транспортними районами

З урахуванням того, що у Львові 52% переміщень виконуються громадським транспортом [139], проводиться поділ матриці на дві – для режиму ГТ та для режиму ІТ з подальшою прив'язкою у вікні *Demand – Demand data – Demand segments*.

4.2. Визначення величини пасажиропотоків у міській маршрутній мережі

Після внесення всіх необхідних характеристик у вікні *Demand – Demand models* (рис. 4.9) можна задавати параметри для розрахунку першого етапу чотириетапної моделі попиту (рис. 4.10) – з урахуванням даних табл. 4.2.

Результатом виконання етапу генерації попиту є дані про сумарну кількість переміщень, що формуються кожним з транспортних районів, з розподілом за метою.

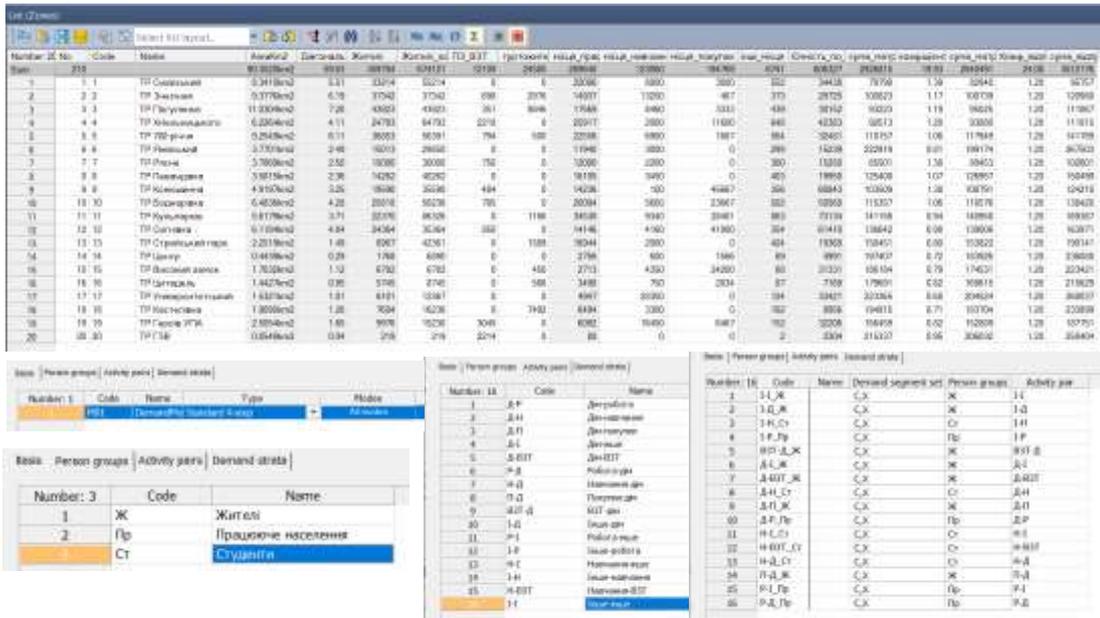


Рис. 4.9. Характеристики моделі попиту у Visum

| Demand stratum | Matrix balancing | Production function | Attraction function |
|----------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 I-I_Ж | Mean of both totals | [ІНШІ_МІСЦЯ]*0.1+[ЖИТЕЛІ_ОСТ]*0. ... | [ІНШІ_МІСЦЯ]*0.1 ... |
| 2 I-D_Ж | Attraction total | [ІНШІ_МІСЦЯ]*0.28 | [ЖИТЕЛІ_ОСТ]*0.28 ... |
| 3 I-N_Ст | Mean of both totals | ([ІНШІ_МІСЦЯ]+[СТУДЕНТИ])*0.08 | [МІСЦЯ_НАВЧАННЯ]*0.08 ... |
| 4 I-P_Пр | Attraction total | ([ІНШІ_МІСЦЯ]+[ПРАЦЮЮЧІ])*0.41 | [МІСЦЯ_ПРАЦІ]*0.41 ... |
| 5 ВЗТ-D_Ж | Production total | [ПЗ_ВЗТ]*0.07 | [ЖИТЕЛІ_ОСТ]*0.07+[ГУРТОЖИТКИ]* ... |
| 6 D-I_Ж | Production total | [ЖИТЕЛІ_ОСТ]*0.3 | [ІНШІ_МІСЦЯ]*0.3 ... |
| 7 D-ВЗТ_Ж | Attraction total | ([ЖИТЕЛІ_ОСТ]+[ГУРТОЖИТКИ])*0.1 | [ПЗ_ВЗТ]*0.14 ... |
| 8 D-N_Ст | Production total | [СТУДЕНТИ]*0.8 | [МІСЦЯ_НАВЧАННЯ]*0.8 ... |
| 9 D-P_Ж | Production total | [ЖИТЕЛІ_ОСТ]*0.33 | [МІСЦЯ_ПОКУПОК]*0.33 ... |
| 10 D-R_Пр | Production total | [ПРАЦЮЮЧІ]*0.7 | [МІСЦЯ_ПРАЦІ]*0.7 ... |
| 11 N-I_Ст | Mean of both totals | ([СТУДЕНТИ]+[МІСЦЯ_НАВЧАННЯ])*0. ... | [ІНШІ_МІСЦЯ]*0.12 ... |
| 12 N-ВЗТ_Ст | Attraction total | ([СТУДЕНТИ]+[МІСЦЯ_НАВЧАННЯ])*0. ... | [ПЗ_ВЗТ]*0.17 ... |
| 13 N-D_Ст | Attraction total | [МІСЦЯ_НАВЧАННЯ]*0.6 | [СТУДЕНТИ]*0.6 ... |
| 14 P-D_Ж | Attraction total | [МІСЦЯ_ПОКУПОК]*0.38 | [ЖИТЕЛІ_ОСТ]*0.38 ... |
| 15 P-I_Пр | Production total | ([МІСЦЯ_ПРАЦІ]+[ПРАЦЮЮЧІ])*0.55 | [ІНШІ_МІСЦЯ]*0.55 ... |
| 16 P-D_Пр | Attraction total | [МІСЦЯ_ПРАЦІ]*0.5 | [ПРАЦЮЮЧІ]*0.5 ... |

Рис. 4.10. Параметри для розрахунку етапу генерації попиту у Visum

На етапі розподілу попиту (*Trip distribution*) відбувається розподіл переміщень між парами транспортних районів окремо для кожного шару попиту. Параметрами цього етапу є функції корисності кожного шару попиту та оціночні функції. На цьому етапі як функції корисності виступають матриці затрат часу на переміщення громадським та індивідуальним транспортом. Оціночна функція – це функція Вох-Соx вигляду [140]:

$$f(t_{ij}) = e^{\left(\frac{-0,00435 t_{ij}^{1,29155} - 1}{1,29155} \right)}$$

В результаті розрахунку другого етапу отримано 16 матриць – своя для кожного шару попиту (Додаток К).

Етап вибору режиму (*Mode choice*) передбачає розподіл переміщень за режимами. Для цього етапу переміщення, пов'язані з ВЗТ (шари попиту дім – ВЗТ, ВЗТ – дім та навчання – ВЗТ), моделюються на основі МЛМ. Для цього розраховуються функції корисності на основі даних таблиці 3.15. Отримані результати подано на рис. 4.11 – рис. 4.14.

| 20x20 | Назва | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------|-----------------------|---------|---------|----------------|---------|---------|----------|-----------|---------|---------|---------|---------------|----------|-------------|-------|--------------------|--------|--------|------|---------|---------|
| | | Слов'як | Знесін | Поголівчальник | 700-річ | Явеськ | ТР Рісне | Львівська | Колочин | Боднар | Культур | Ситнарівський | ТР Центр | Кіселицький | Центр | Івано-Франківський | Костюк | Героїв | У | ТР ГЗВ | |
| 1 | ТР Слов'як | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | ТР Знесін | 0,00 | -2,46 | -104,02 | -127,78 | -117,18 | 0,00 | -221,53 | 0,00 | -251,78 | -136,88 | 0,00 | -191,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -139,01 | -135,50 |
| 3 | ТР Поголівчальник | 0,00 | -103,74 | -2,46 | 196,17 | -174,92 | 0,00 | -269,08 | 0,00 | -284,27 | -141,55 | 0,00 | -217,98 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -158,98 | -176,62 |
| 4 | ТР 700-річ | 0,00 | -127,78 | -199,26 | -2,46 | -59,22 | 0,00 | -230,79 | 0,00 | -205,49 | -243,01 | 0,00 | -224,42 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -168,39 | -163,68 |
| 5 | ТР Явеськ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -169,64 | 0,00 | -240,28 | -214,21 | 0,00 | -179,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -127,93 | -117,36 |
| 6 | ТР Рісне | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | ТР Львівська | 0,00 | -224,04 | -261,24 | -231,99 | -169,64 | 0,00 | -2,46 | 0,00 | -157,21 | -276,30 | 0,00 | -169,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -157,21 | -148,07 |
| 8 | ТР Колочин | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | ТР Боднар | 0,00 | -261,24 | -290,39 | -270,43 | -233,07 | 0,00 | -167,21 | 0,00 | -2,46 | -214,45 | 0,00 | -76,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -122,55 | -153,03 |
| 10 | ТР Культур | 0,00 | -188,94 | -148,32 | -235,96 | -213,71 | 0,00 | -276,57 | 0,00 | -214,45 | -2,46 | 0,00 | -135,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -136,24 | -164,55 |
| 11 | ТР Ситнарівський | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 12 | ТР Центр | 0,00 | -193,14 | -223,60 | -221,78 | -185,42 | 0,00 | -194,74 | 0,00 | -76,46 | -135,19 | 0,00 | -2,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -27,53 | -167,42 |
| 13 | ТР Кіселицький | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 14 | ТР Центр | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | ТР Івано-Франківський | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 16 | ТР Героїв | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 17 | ТР У | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 18 | ТР ГЗВ | 0,00 | -154,51 | -160,58 | -172,47 | -136,23 | 0,00 | -153,66 | 0,00 | -122,55 | -170,55 | 0,00 | -50,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -2,46 | -53,22 |
| 20 | ТР ГЗВ | 0,00 | -136,31 | -176,89 | -167,21 | -110,72 | 0,00 | -191,27 | 0,00 | -190,77 | -199,21 | 0,00 | -92,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -47,91 | -2,46 |

Рис. 4.11. Матриця значень функції корисності для переміщень, пов'язаних з ВЗТ, режимом «громадський транспорт»

| 20x20 | Назва | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------|-----------------------|---------|--------|----------------|---------|--------|----------|-----------|---------|--------|---------|---------------|----------|-------------|-------|--------------------|--------|--------|------|--------|-------|
| | | Слов'як | Знесін | Поголівчальник | 700-річ | Явеськ | ТР Рісне | Львівська | Колочин | Боднар | Культур | Ситнарівський | ТР Центр | Кіселицький | Центр | Івано-Франківський | Костюк | Героїв | У | ТР ГЗВ | |
| 1 | ТР Слов'як | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | ТР Знесін | 0,00 | 0,19 | 3,06 | 32,48 | 11,87 | 0,00 | 17,32 | 0,00 | 20,10 | 15,89 | 0,00 | 14,44 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,14 | 14,29 |
| 3 | ТР Поголівчальник | 0,00 | 7,68 | 3,19 | 15,72 | 20,87 | 0,00 | 20,18 | 0,00 | 26,96 | 9,72 | 0,00 | 17,58 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,85 | 11,28 |
| 4 | ТР 700-річ | 0,00 | 11,79 | 16,63 | 0,19 | 5,93 | 0,00 | 10,94 | 0,00 | 20,07 | 16,41 | 0,00 | 16,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 10,75 | 16,30 |
| 5 | ТР Явеськ | 0,00 | 3,00 | 11,18 | 4,24 | 0,19 | 0,00 | 10,31 | 0,00 | 16,06 | 14,03 | 0,00 | 14,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,77 | 10,58 |
| 6 | ТР Рісне | 0,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | ТР Львівська | 0,00 | 19,36 | 17,04 | 10,21 | 16,43 | 0,00 | 3,19 | 0,00 | 11,22 | 19,43 | 0,00 | 10,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 10,36 | 8,71 |
| 8 | ТР Колочин | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | ТР Боднар | 0,00 | 16,92 | 25,45 | 18,99 | 16,68 | 0,00 | 11,22 | 0,00 | 0,19 | 17,93 | 0,00 | 4,76 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,48 | 9,00 |
| 10 | ТР Культур | 0,00 | 0,00 | 10,22 | 18,74 | 15,72 | 0,00 | 20,24 | 0,00 | 17,07 | 0,19 | 0,00 | 11,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,81 | 11,96 |
| 11 | ТР Ситнарівський | 0,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 12 | ТР Центр | 0,00 | 16,63 | 14,96 | 14,54 | 16,62 | 0,00 | 12,90 | 0,00 | 4,89 | 9,96 | 0,00 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,84 | 6,67 |
| 13 | ТР Кіселицький | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 14 | ТР Центр | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | ТР Івано-Франківський | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 16 | ТР Героїв | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 17 | ТР У | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 18 | ТР ГЗВ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 19 | ТР Героїв УГА | 0,00 | 10,06 | 13,85 | 14,22 | 13,20 | 0,00 | 10,50 | 0,00 | 7,48 | 14,26 | 0,00 | 3,99 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 3,35 |
| 20 | ТР ГЗВ | 0,00 | 10,32 | 13,22 | 10,25 | 12,25 | 0,00 | 8,80 | 0,00 | 8,89 | 15,55 | 0,00 | 5,71 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,24 | 0,19 |

Рис. 4.12. Матриця значень функції корисності для переміщень, пов'язаних з ВЗТ, режимом «індивідуальний транспорт»

| 30x20 | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
|-------|---------------------|---------|---------|------------|----------|--------|----------|---------|-------|-----------|--------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Назва | Середня | Зв'язок | Потужність | 700 р/мі | Район | ТР Річка | Пасажир | Річка | Бориспіль | Кульчи | Синьків | Центральний |
| 1 | ТР Селищів | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | ТР Звенивка | 0.00 | 2.27 | -29.11 | -41.16 | -26.07 | 0.00 | -58.35 | 0.00 | -48.19 | -53.29 | 0.00 | -48.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | ТР Полувинки | 0.00 | -24.24 | 2.27 | -52.69 | -71.24 | 0.00 | -48.46 | 0.00 | -71.18 | -31.44 | 0.00 | -59.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | ТР Кичинівського | 0.00 | -38.64 | -38.73 | 2.27 | -18.03 | 0.00 | -42.72 | 0.00 | -78.91 | -42.21 | 0.00 | -66.67 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | ТР 700 р/мі | 0.00 | -26.30 | -36.63 | -17.00 | -2.27 | 0.00 | -33.62 | 0.00 | -41.68 | -46.69 | 0.00 | -47.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | ТР Явасинів | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | ТР Річка | 0.00 | -65.52 | -57.37 | -50.16 | -33.96 | 0.00 | 2.27 | 0.00 | -36.76 | -45.62 | 0.00 | -35.44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | ТР Північний | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | ТР Кичинівського | 0.00 | -38.64 | -38.73 | -18.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | ТР Бориспіль | 0.00 | -46.49 | -33.20 | -43.30 | -42.67 | 0.00 | -48.68 | 0.00 | -67.45 | 2.27 | 0.00 | -36.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | ТР Кульчи | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | ТР Синьків | 0.00 | -62.98 | -48.57 | -48.52 | -55.08 | 0.00 | -41.63 | 0.00 | -14.37 | -31.95 | 0.00 | 2.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | ТР Стрийський парк | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | ТР Центр | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | ТР Високий зліт | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | ТР Цигарів | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | ТР Університетський | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | ТР Каспівка | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | ТР Героя УПА | 0.00 | -32.64 | -46.05 | -47.36 | -43.77 | 0.00 | -34.22 | 0.00 | -23.54 | -47.52 | 0.00 | -9.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | ТР ГЗВ | 0.00 | -33.60 | -43.03 | -33.30 | -40.39 | 0.00 | -28.56 | 0.00 | -28.52 | -52.98 | 0.00 | -17.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Рис. 4.13. Матриця значень функції корисності для переміщень, пов'язаних з ВЗТ, режимом «таксі»

| 30x20 | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
|-------|---------------------|---------|---------|------------|----------|---------|----------|---------|-------|-----------|---------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Назва | Середня | Зв'язок | Потужність | 700 р/мі | Район | ТР Річка | Пасажир | Річка | Бориспіль | Кульчи | Синьків | Центральний |
| 1 | ТР Селищів | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | ТР Звенивка | 0.00 | 0.16 | -348.58 | -426.47 | -301.84 | 0.00 | -563.44 | 0.00 | -684.12 | -708.65 | 0.00 | -624.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | ТР Полувинки | 0.00 | -348.58 | 0.16 | -711.11 | -621.89 | 0.00 | -781.01 | 0.00 | -928.62 | -921.58 | 0.00 | -774.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | ТР Кичинівського | 0.00 | -528.47 | -723.70 | 0.16 | -626.77 | 0.00 | -630.19 | 0.00 | -969.03 | -926.70 | 0.00 | -815.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | ТР 700 р/мі | 0.00 | -466.58 | -558.28 | -209.77 | 0.16 | 0.00 | -350.36 | 0.00 | -775.10 | -824.28 | 0.00 | -637.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | ТР Явасинів | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | ТР Річка | 0.00 | -573.67 | -728.30 | -426.14 | -320.35 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | -922.06 | -928.22 | 0.00 | -830.83 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | ТР Північний | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | ТР Кичинівського | 0.00 | -311.47 | -368.78 | -456.38 | -349.68 | 0.00 | -282.68 | 0.00 | -614.38 | -664.25 | 0.00 | -508.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | ТР Бориспіль | 0.00 | -781.11 | -548.83 | -926.83 | -822.25 | 0.00 | -614.38 | 0.00 | -964.25 | 0.16 | 0.00 | -993.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | ТР Кульчи | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | ТР Синьків | 0.00 | -688.68 | -818.21 | -824.89 | -850.43 | 0.00 | -489.49 | 0.00 | -103.76 | -923.99 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | ТР Стрийський парк | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | ТР Центр | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | ТР Високий зліт | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | ТР Цигарів | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | ТР Університетський | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | ТР Каспівка | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | ТР Героя УПА | 0.00 | -545.46 | -708.77 | -629.57 | -493.65 | 0.00 | -342.14 | 0.00 | -288.10 | -628.16 | 0.00 | -115.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | ТР ГЗВ | 0.00 | -484.88 | -646.20 | -559.29 | -423.67 | 0.00 | -280.68 | 0.00 | -387.46 | -621.96 | 0.00 | -282.71 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Рис. 4.14. Матриця значень функції корисності для переміщень, пов'язаних з ВЗТ, режимом «пішки»

В результаті розрахунку третього етапу отримано 64 матриці. Для подальшого розрахунку ці матриці об'єднуються з допомогою процедури *Combination of matrices and vector* в чотири матриці – для режимів громадського транспорту, індивідуального транспорту, таксі та руху пішки.

Процедура розподілу для системи ГТ (*PuT assignment*) відбувається на основі попередньо заданих розкладів руху на маршрутах ГПТ. Перерозподіл відбувається методом *Branch and Bound* [91], при якому для кожного району відправки генерується набір можливих шляхів переміщення. Число значень опору переміщенню визначається як сума тривалості проїзду в системі ГТ та частоти пересадок. Оптимальний шлях переміщення визначається мінімальним значенням опору та обмежується максимально можливим значенням

пасажиропотоку (визначається на основі вмістимості ТЗ на маршруті та кількості рейсів за день).

Процедура розподілу для системи ГТ (*PrT assignment*) проводиться способом рівноважного перерозподілу, який базується на першому принципі Вардропа: «Кожен учасник дорожнього руху вибирає свій шлях таким чином, що тривалість поїздки на альтернативних шляхах є однаковою і будь-яка зміна шляху руху збільшує час руху» [141]. Стан рівноваги досягається ітераційним процесом перерозподілу: у кожній наступній ітерації перевіряється, чи можна на основі актуального стану мережі знайти нові шляхи з меншим часом переміщення. Обмеженням на завантаженість шляху є задана пропускна здатність ділянки ВДМ.

Завершальним кроком процесу моделювання є процедура *Go to the procedure*, під час якої перевіряється конвергенція: чи виконана уже максимальна кількість ітерацій (в цьому випадку – 12) або чи в останній ітерації матриця змінилася менше, ніж на граничне значення (задано рівним 10 переміщенням). Якщо жодна з умов ще не виконана, то процес розрахунку повертається до кроку «Розподіл транспортного руху» (процедура *Trip distribution*).

Результатом проведення процедур перерозподілу є матриці переміщень в системі ГТ та ІТ та відповідні епюри пасажиропотоків (рис. 4.15 – рис. 4.16).

Сумарна кількість переміщень міською територією, отримана в результаті моделювання, становить 1931714 переміщень, з них 125531 особа/добу – переміщення, пов'язані з ВЗТ (8% від добового пасажиропотоку на міському громадському транспорті). Сумарна кількість переміщень за режимами розподіляється так: 54% - переміщення ГТ, 24% - ІТ, 3% - таксі і 19% - пішки. Переміщення, пов'язані з ВЗТ, мають таку структуру за режимами: ГТ – 65%, ІТ – 23%, таксі – 8% і пішки – 4%.

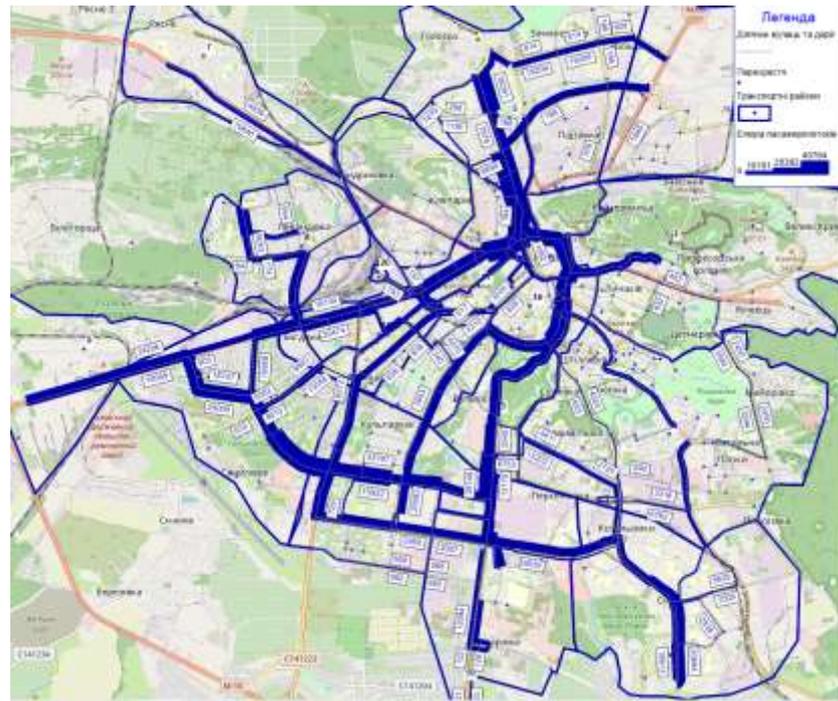


Рис. 4.15. Епюра розподілу мережею пасажиропотоків в системі ГТ

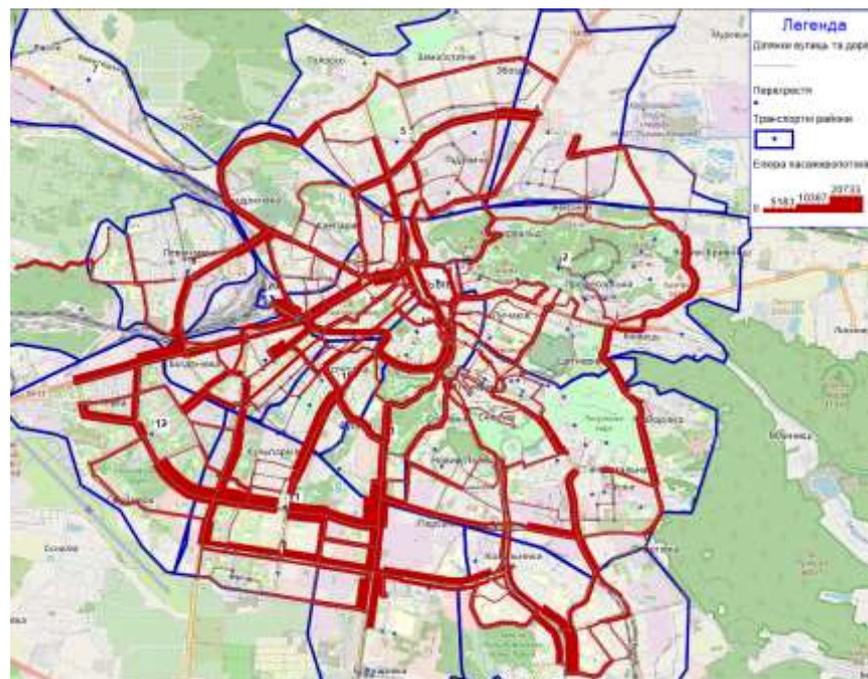


Рис. 4.16. Епюра розподілу мережею пасажиропотоків в системі ІТ

В результаті виконання четвертого етапу моделювання в PTV Visum отримано не тільки загальний розподіл пасажиропотоків мережею, а й середні величини пасажиропотоку за оберт на кожному з маршрутів громадського транспорту (приклад – діаграма кількості перевезених за рейс пасажирів на тролейбусних маршрутах Львова – подано на рис. 4.17). Для аналізу отриманих

результатів моделювання проведено натурні обстеження на тролейбусних маршрутах № 32 та № 29 (схема руху маршрутів подана на рис. 4.18, їх основні характеристики – в табл. 4.3).

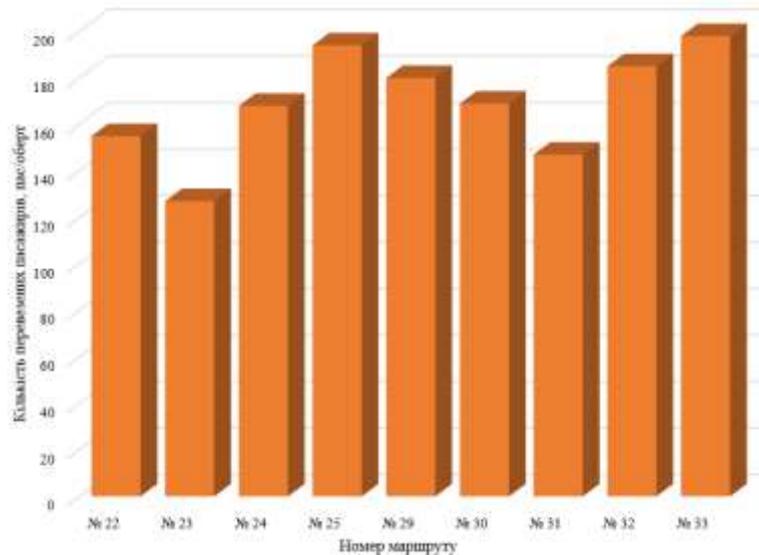


Рис. 4.17. Діаграма кількості перевезених за оберт пасажирів на тролейбусних маршрутах Львова (результати моделювання у Visum)

Таблиця 4.3

Основні характеристики досліджуваних маршрутів ГПТ

| Показник | Значення для тролейбусного маршруту | |
|---|-------------------------------------|------------------|
| | № 29 | № 32 |
| Початкова зупинка маршруту | Університет | Університет |
| Кінцева зупинка маршруту | Аеропорт – Термінал «А» | Вул. Суботівська |
| Довжина маршруту в прямому напрямку, км | 6,5 | 6,8 |
| Довжина маршруту в зворотному напрямку, км | 7,3 | 6,8 |
| Кількість проміжних зупинок в прямому напрямку | 12 | 11 |
| Кількість проміжних зупинок в зворотному напрямку | 11 | 13 |
| Середня тривалість руху в прямому напрямку, хв | 24 | 25 |
| Середня тривалість руху в зворотному напрямку, хв | 27 | 25 |



Рис. 4.18. Схема руху досліджуваних маршрутів ГПТ

Натурні дослідження на кожному з маршрутів проводилися протягом 5 робочих днів тижня в міжпиковий період. Результати досліджень подано в додатках Л (таблиці Л1 – Л5) та М (таблиці М1 – М5).

На рис. 4.19 – рис. 4.20 подано усереднені результати проведених натурних обстежень на маршрутах та результати моделювання.

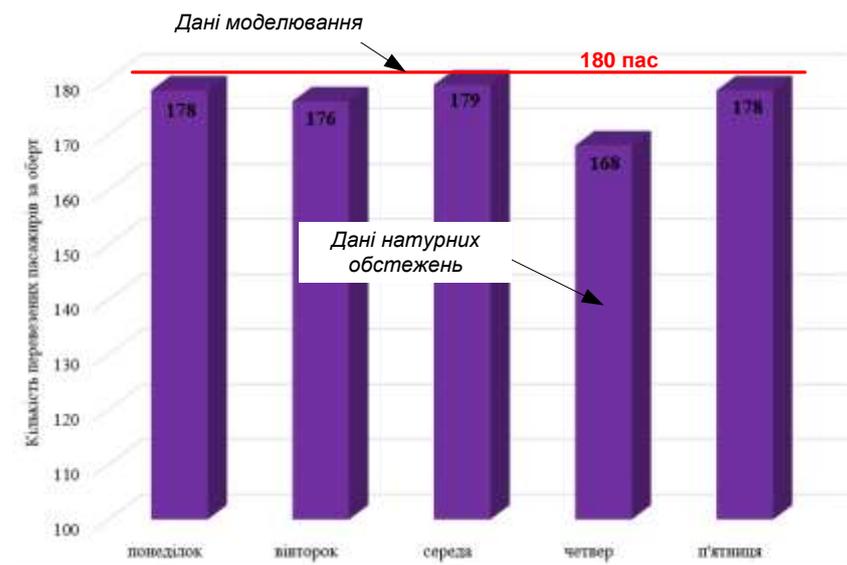


Рис. 4.19. Середня кількість перевезених за оберт пасажирів у міжпиковий період на тролейбусному маршруті № 29



Рис. 4.20. Середня кількість перевезених за оберт пасажирів у міжпіковий період на тролейбусному маршруті № 32

Для оцінки різниці між даними натурних обстежень та даними моделювання розраховано коефіцієнт варіації величини пасажиропотоку:

$$k_{\text{var}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_{n_i} - q_m)^2}{n}}}{q_m}, \quad (4.3)$$

де q_{n_i} - величина пасажиропотоку на маршруті, отримана в результаті натурних спостережень протягом i -ого періоду обстеження;

q_m - середня величина пасажиропотоку на маршруті, отримана в результаті моделювання.

Для маршруту № 29 коефіцієнт варіації величини пасажиропотоку становить 3,23% (максимальна розбіжність між даними натурних обстежень та результатом моделювання – 7,1%), а для маршруту № 32 – 3,34% (максимальна розбіжність між даними натурних обстежень та результатом моделювання – 5,4%), що свідчить про достатню збіжність результатів.

Результати моделювання пасажиропотоків можна використовувати для коректування розкладів руху транспортних засобів на маршрутах ГПТ чи пасажиромісткості автобуса (на автобусних маршрутах).

4.3. Практичні рекомендації щодо урахування переміщень, пов'язаних з вузлами зовнішнього транспорту, при визначенні параметрів мережі міських пасажирських перевезень

У результаті проведення моделювання отримано величини пасажиропотоків між транспортними районами: на рис. 4.21 – рис. 4.22 подано матриці переміщень громадським та індивідуальним транспортом, у табл. 4.4 – сумарні пасажиропотоки (з урахуванням поїздок на таксі та піших переміщень). Проаналізувавши отримані результати, можемо сказати, що найбільші обсяги пасажиропотоків, пов'язаних з ВЗТ, генеруються та притягуються транспортним районом № 19. Найбільша частка переміщень, пов'язаних з ВЗТ, у структурі пасажиропотоку між ТР № 4 та № 19 (12 %), № 7 та № 19 (14,5 %), № 10 та № 19 (12,6%), № 3 та № 19 (9%), № 15 та № 7 (8,7%). Нумерація районів згідно з рис. 4.2.

| 20 x 20 | Ім'я | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
|---------|---------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|
| | Сума | 70550.08 | 60696.88 | 72104.44 | 80729.66 | 81154.20 | 38553.76 | 20178.45 | 51883.18 | 64914.89 | 81262.35 | 135641.70 | 74858.98 | 54247.95 | 89777.00 | 23700.15 | 12493.22 | 28382.31 | 23424.64 | 33514.99 | 897.02 | |
| 1 | ТР Сиваський | 74099.84 | 3656.70 | 4580.39 | 4482.93 | 5729.32 | 4891.66 | 2828.96 | 2007.80 | 4301.22 | 4663.62 | 6483.90 | 9978.46 | 7228.32 | 4262.97 | 649.68 | 1640.69 | 934.75 | 1999.39 | 1814.55 | 3199.91 | 120.18 |
| 2 | ТР Звенивська | 62890.43 | 4027.23 | 1729.84 | 3705.52 | 5454.78 | 4944.31 | 2386.43 | 1486.80 | 3276.11 | 4527.69 | 6790.05 | 9275.29 | 4979.70 | 3138.39 | 483.55 | 1428.42 | 641.91 | 1972.54 | 1512.17 | 2122.94 | 14.71 |
| 3 | ТР Полтавська | 77843.76 | 5816.38 | 4068.30 | 2543.88 | 6429.58 | 6657.08 | 2988.67 | 2887.83 | 3817.68 | 8843.43 | 9088.17 | 8629.81 | 5537.66 | 4123.52 | 704.44 | 2179.80 | 911.03 | 3363.27 | 2066.89 | 3054.22 | 19.54 |
| 4 | ТР Хмельницька | 89949.84 | 5428.16 | 5148.12 | 6825.53 | 4400.56 | 5349.39 | 3332.50 | 2186.18 | 5284.31 | 4576.07 | 7704.37 | 15358.16 | 8340.90 | 4449.47 | 713.64 | 1946.97 | 1817.33 | 2542.36 | 2213.44 | 3110.33 | 21.83 |
| 5 | ТР Житомирська | 70773.76 | 4673.72 | 3827.04 | 6088.90 | 6130.66 | 2980.07 | 2378.91 | 1403.82 | 3648.79 | 4468.46 | 6986.97 | 11006.98 | 6716.77 | 3477.28 | 524.96 | 1534.99 | 766.46 | 1781.03 | 1658.10 | 2670.82 | 16.42 |
| 6 | ТР Рівненська | 35798.38 | 2820.65 | 2824.56 | 2808.80 | 3231.31 | 2539.17 | 784.65 | 895.86 | 1618.61 | 3384.54 | 3412.47 | 4722.96 | 2631.13 | 2148.84 | 261.61 | 855.45 | 407.63 | 607.21 | 767.79 | 1066.91 | 55.36 |
| 7 | ТР Рівненська | 35830.84 | 1979.63 | 2830.65 | 2336.68 | 3950.31 | 2912.78 | 1257.16 | 1821.69 | 1269.81 | 1615.83 | 3289.51 | 5397.69 | 2684.67 | 1509.68 | 316.65 | 972.46 | 451.76 | 1947.95 | 906.99 | 1111.02 | 8.05 |
| 8 | ТР Полтавська | 54984.67 | 4527.93 | 2982.95 | 4201.82 | 4870.38 | 3884.03 | 1888.51 | 1309.65 | 1543.97 | 3871.12 | 9387.88 | 6604.34 | 3492.45 | 3911.94 | 564.79 | 1467.32 | 729.23 | 1634.12 | 1176.67 | 1629.79 | 77.20 |
| 9 | ТР Кончацька | 73431.78 | 4413.90 | 4388.84 | 6135.67 | 7631.27 | 6762.55 | 2863.54 | 1192.59 | 3675.79 | 3141.02 | 7481.22 | 9145.46 | 4072.80 | 5655.26 | 576.25 | 1156.00 | 869.03 | 1686.00 | 1461.06 | 1796.50 | 18.40 |
| 10 | ТР Едичівська | 93062.82 | 6342.40 | 9673.92 | 9990.13 | 9765.82 | 8838.91 | 4197.69 | 4238.36 | 5421.45 | 7173.06 | 9332.10 | 9959.58 | 6816.52 | 4475.93 | 979.70 | 2633.91 | 1167.63 | 2494.75 | 2061.99 | 2876.95 | 27.79 |
| 11 | ТР Кульгівська | 712982.38 | 3498.50 | 7797.18 | 8828.90 | 11690.35 | 10482.26 | 5968.30 | 3451.88 | 5824.78 | 7503.34 | 7252.95 | 9214.76 | 7762.02 | 5588.56 | 1025.29 | 2618.47 | 1349.22 | 2931.44 | 2042.36 | 4028.55 | 175.51 |
| 12 | ТР Сичівська | 70934.74 | 7043.27 | 5825.77 | 6401.40 | 8075.23 | 7705.62 | 3223.42 | 2152.70 | 3327.70 | 3886.16 | 5152.24 | 9113.98 | 2962.39 | 5384.26 | 864.35 | 1732.78 | 1318.89 | 1976.41 | 1883.77 | 1772.92 | 21.47 |
| 13 | ТР Стрийський парк | 88272.35 | 2790.63 | 3231.66 | 3193.24 | 4990.88 | 3980.53 | 1918.06 | 1076.45 | 2796.39 | 3320.00 | 3542.72 | 6977.44 | 4120.24 | 1453.35 | 405.34 | 1268.49 | 822.12 | 1441.87 | 777.61 | 1421.90 | 77.18 |
| 14 | ТР Центр | 8498.00 | 559.46 | 398.57 | 564.08 | 761.67 | 846.11 | 263.50 | 201.35 | 458.62 | 523.27 | 713.84 | 1288.06 | 749.72 | 420.30 | 50.82 | 152.84 | 76.17 | 175.04 | 187.03 | 291.27 | 12.91 |
| 15 | ТР Вишківський | 23741.73 | 1689.72 | 1347.07 | 1943.82 | 2011.91 | 1760.95 | 725.68 | 664.30 | 1351.69 | 1164.55 | 2897.22 | 3329.17 | 1836.68 | 1427.60 | 162.90 | 236.92 | 231.52 | 451.39 | 617.51 | 672.16 | 29.55 |
| 16 | ТР Цитадель | 11830.36 | 825.16 | 643.74 | 769.23 | 1080.83 | 954.69 | 408.80 | 294.09 | 844.51 | 700.30 | 1049.43 | 1718.22 | 882.19 | 566.10 | 79.94 | 232.52 | 85.48 | 276.73 | 256.46 | 324.98 | 18.91 |
| 17 | ТР Університетський | 34032.44 | 1920.44 | 1541.36 | 2432.57 | 2271.88 | 1927.40 | 588.09 | 633.93 | 1163.60 | 1376.55 | 1915.79 | 2788.38 | 1489.85 | 1345.36 | 177.62 | 388.49 | 300.91 | 339.85 | 779.81 | 723.56 | 38.20 |
| 18 | ТР Каспівська | 23085.32 | 1531.80 | 1615.04 | 1896.26 | 2164.98 | 2193.16 | 836.41 | 531.93 | 1179.39 | 1422.76 | 1701.72 | 2375.90 | 1399.10 | 710.94 | 880.17 | 333.34 | 1019.27 | 329.10 | 1104.86 | 83.86 | |
| 19 | ТР Героїв УПА | 30572.28 | 2574.16 | 1917.22 | 2705.96 | 3075.77 | 2751.10 | 1648.75 | 700.48 | 1363.42 | 1530.63 | 2617.69 | 3684.50 | 1509.53 | 1785.16 | 263.01 | 594.59 | 489.56 | 631.46 | 799.93 | 628.36 | 19.49 |
| 20 | ТР ГЗВ | 383.76 | 40.46 | 14.29 | 17.51 | 23.25 | 21.94 | 21.28 | 6.47 | 26.73 | 16.37 | 25.94 | 72.17 | 16.42 | 31.11 | 5.22 | 6.46 | 7.25 | 11.83 | 15.12 | 8.46 | 0.46 |

Рис. 4.21. Загальна змодельована матриця переміщень ГТ

| Ділянка | Вид | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
|---------|---------------------|----------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Симеон | Знамен | Пагульчеська | 700 річ | Високий | Ряшів | Лаврів | Колоден | Боднарк | Курлар | Ситнарівський | Центральний |
| 1 | ТР Симеоний | 10011.22 | 23312.09 | 20004.00 | 20990.18 | 27067.13 | 21634.85 | 10011.34 | 27000.00 | 23208.10 | 30300.67 | 71132.42 | 29433.96 | 24205.93 | 4813.00 | 12000.21 | 6645.29 | 16406.64 | 13730.30 | 23517.08 | 2090.94 | |
| 2 | ТР Знаменний | 20388.92 | 3096.78 | 1566.63 | 3622.68 | 440.05 | 99.15 | 513.72 | 123.62 | 870.67 | 242.67 | 3536.55 | 2471.88 | 1245.30 | 877.12 | 22.40 | 340.06 | 294.93 | 489.84 | 444.60 | 420.01 | 106.37 |
| 3 | ТР Пагульчеська | 20180.00 | 882.33 | 1728.84 | 2216.41 | 2009.10 | 1990.51 | 1060.81 | 42.52 | 688.95 | 343.37 | 0395.84 | 1752.02 | 1083.23 | 881.81 | 343.12 | 795.84 | 507.06 | 1058.76 | 932.12 | 1362.23 | 337.21 |
| 4 | ТР Хмельницька | 31728.25 | 1999.18 | 2739.08 | 2548.68 | 2114.44 | 735.63 | 1378.86 | 476.75 | 1161.29 | 357.57 | 3740.48 | 4325.24 | 1878.22 | 1682.52 | 488.13 | 1190.44 | 560.59 | 1898.15 | 793.48 | 1761.37 | 360.21 |
| 5 | ТР Хмельницька | 35285.66 | 264.96 | 1610.63 | 1039.34 | 4400.88 | 3627.82 | 1053.30 | 306.19 | 1005.40 | 430.06 | 771.34 | 1991.29 | 5229.74 | 638.31 | 326.81 | 1029.63 | 462.41 | 1172.21 | 776.42 | 1742.96 | 318.80 |
| 6 | ТР Лаврівський | 32911.19 | 135.33 | 2185.76 | 1829.95 | 4928.21 | 2990.87 | 2063.20 | 803.86 | 1963.12 | 753.04 | 2121.96 | 4189.87 | 1692.51 | 1207.50 | 489.51 | 1345.03 | 501.31 | 1121.34 | 816.13 | 1706.17 | 294.90 |
| 7 | ТР Високий | 21325.35 | 574.17 | 1288.96 | 1313.33 | 1896.71 | 1892.75 | 784.60 | 681.57 | 1479.55 | 925.67 | 1187.26 | 2948.48 | 1853.31 | 969.44 | 246.14 | 656.13 | 368.90 | 608.32 | 608.04 | 1049.82 | 54.52 |
| 8 | ТР Рясівський | 12129.97 | 75.18 | 280.93 | 413.26 | 1142.23 | 1247.88 | 813.54 | 821.69 | 1176.64 | 796.36 | 187.17 | 1569.88 | 1873.28 | 280.41 | 51.80 | 183.20 | 146.96 | 388.75 | 321.39 | 274.06 | 134.43 |
| 9 | ТР Лаврівський | 30290.01 | 337.65 | 1480.74 | 967.40 | 1802.85 | 2464.15 | 1668.77 | 1213.56 | 1543.57 | 2497.57 | 1597.38 | 4729.65 | 3581.25 | 1036.55 | 294.62 | 1158.65 | 449.28 | 1041.63 | 825.90 | 1525.68 | 74.99 |
| 10 | ТР Ковчанський | 28329.27 | 218.43 | 1147.13 | 246.70 | 1382.94 | 819.54 | 1329.40 | 784.11 | 2851.83 | 3141.82 | 1599.47 | 3986.73 | 4200.61 | 811.66 | 189.66 | 453.33 | 234.13 | 485.41 | 439.24 | 1913.07 | 140.45 |
| 11 | ТР Боднарківський | 44794.04 | 4657.48 | 1382.21 | 3340.51 | 5402.29 | 1972.75 | 1488.62 | 418.21 | 1360.41 | 1192.54 | 3922.10 | 9228.27 | 3123.43 | 3894.80 | 443.31 | 864.79 | 786.15 | 1442.58 | 1490.07 | 1052.09 | 265.25 |
| 12 | ТР Курларівський | 61046.03 | 3368.62 | 2034.87 | 3912.05 | 1377.57 | 1569.83 | 2394.20 | 1168.62 | 4598.83 | 1564.10 | 6963.23 | 9214.76 | 7742.03 | 4744.22 | 471.74 | 1045.06 | 684.16 | 1938.62 | 1682.65 | 2996.44 | 159.75 |
| 13 | ТР Ситнарівський | 42455.07 | 1343.33 | 768.34 | 1101.39 | 2699.91 | 1600.34 | 2240.23 | 1179.89 | 3447.37 | 3990.74 | 4369.62 | 8171.96 | 2962.38 | 1019.06 | 416.67 | 851.62 | 310.61 | 1301.18 | 1260.64 | 2038.87 | 183.50 |
| 14 | ТР Стрийський | 28135.02 | 1241.46 | 930.53 | 1561.53 | 1182.32 | 1693.51 | 919.40 | 294.62 | 526.14 | 458.72 | 3040.01 | 5504.76 | 1718.19 | 1453.35 | 258.00 | 564.58 | 378.49 | 1089.14 | 778.03 | 1086.38 | 72.77 |
| 15 | ТР Стрийський | 4832.68 | 189.21 | 325.93 | 301.81 | 481.65 | 433.76 | 258.08 | 182.16 | 258.01 | 136.04 | 333.88 | 626.63 | 341.79 | 249.46 | 30.82 | 110.03 | 74.89 | 168.77 | 149.77 | 224.22 | 12.25 |
| 16 | ТР Високий | 13818.30 | 496.02 | 1027.25 | 342.94 | 1344.20 | 1299.57 | 729.86 | 374.40 | 825.49 | 186.79 | 852.49 | 1866.63 | 150.87 | 745.82 | 160.41 | 236.02 | 218.88 | 430.08 | 486.52 | 526.12 | 25.95 |
| 17 | ТР Центральний | 7608.02 | 297.78 | 482.04 | 551.75 | 666.71 | 622.27 | 368.19 | 127.31 | 358.84 | 185.80 | 597.09 | 1037.88 | 633.45 | 386.71 | 77.53 | 206.38 | 93.48 | 275.08 | 221.06 | 313.06 | 17.59 |
| 18 | ТР Університетський | 16411.08 | 351.42 | 1090.96 | 1277.58 | 1373.79 | 1301.52 | 890.01 | 448.90 | 984.70 | 542.60 | 1084.06 | 2353.42 | 1275.17 | 1063.43 | 181.60 | 368.57 | 288.23 | 339.05 | 763.64 | 716.15 | 87.96 |
| 19 | ТР Костельний | 13648.47 | 485.54 | 765.37 | 667.26 | 897.46 | 581.33 | 626.26 | 268.10 | 598.74 | 612.34 | 1388.40 | 2407.56 | 1094.83 | 669.45 | 116.11 | 265.28 | 167.16 | 873.92 | 329.10 | 841.59 | 82.85 |
| 20 | ТР Героїв УПА | 13849.21 | 419.82 | 952.21 | 172.57 | 1174.70 | 1073.25 | 933.08 | 526.89 | 1393.48 | 1317.32 | 1010.83 | 2695.71 | 1635.80 | 989.67 | 163.63 | 445.44 | 237.27 | 561.47 | 604.86 | 625.36 | 144.64 |
| 21 | ТР ГЗБ | 784.44 | 26.42 | 53.35 | 77.43 | 80.52 | 75.85 | 21.15 | 32.39 | 25.30 | 46.87 | 89.72 | 53.87 | 80.07 | 26.44 | 4.69 | 8.46 | 6.03 | 11.56 | 14.18 | 20.99 | 8.46 |

Рис. 4.22. Загальна змодельована матриця переміщень ІТ

Отримані в результаті моделювання пасажиропотоки, пов'язані з вузлами зовнішнього транспорту, наведено у табл. 4.5 та на рис. 4.23.

Таблиця 4.5

Величини пасажиропотоків, пов'язаних із ВЗТ

| ВЗТ | A, K | B | C | D | E | F | G | H | L |
|---|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Загальний пасажиропотік на ділянці, осіб/добу | 13828 | 18338 | 1230 | 13674 | 21916 | 7604 | 12210 | 18489 | 18501 |
| Пасажиропотік до ВЗТ, осіб/добу | 10450 | 2860 | 450 | 2560 | 4520 | 985 | 1120 | 2450 | 3840 |

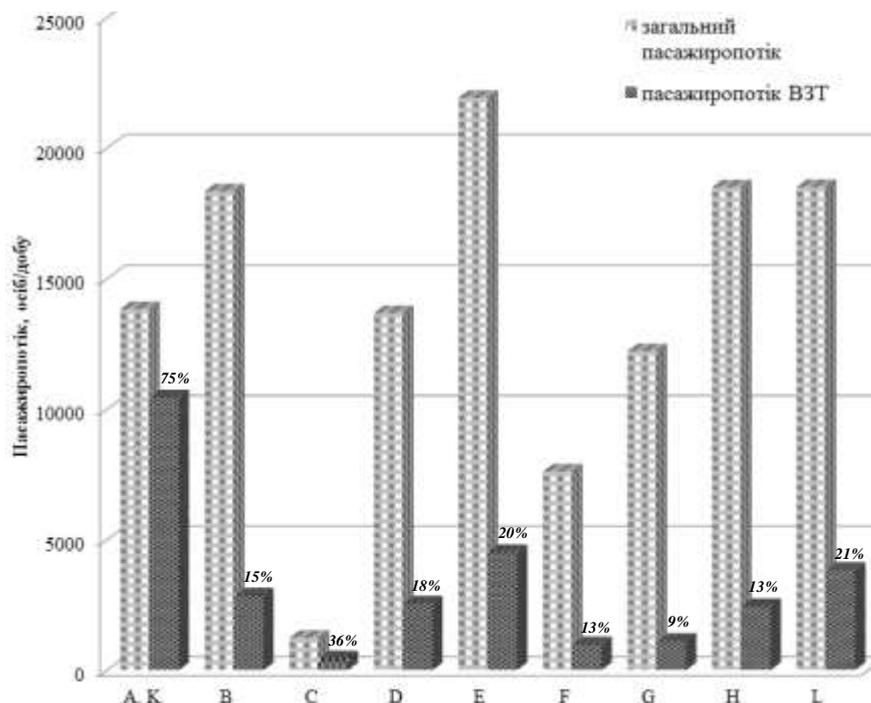


Рис. 4.23. Величини пасажиропотоків, пов'язаних з ВЗТ

Таблиця 4.4

Сумарні обсяги пасажиропотоків між транспортними районами

| № ТР | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 1 | 12227 | 6748 | 8616 | 11186 | 9265 | 5278 | 4936 | 5341 | 8653 | 10610 | 17984 | 9607 | 7231 | 1308 | 4046 | 1790 | 4175 | 3403 | 4623 | 453 |
| 2 | 7324 | 6919 | 6714 | 8030 | 7027 | 4057 | 2881 | 4436 | 6212 | 7151 | 11656 | 6222 | 5686 | 1047 | 3106 | 1406 | 3419 | 2660 | 3900 | 425 |
| 3 | 9966 | 7225 | 10195 | 8798 | 7670 | 4604 | 3934 | 5101 | 6830 | 9009 | 14122 | 7459 | 6566 | 1258 | 3649 | 1718 | 5278 | 2995 | 5250 | 518 |
| 4 | 12222 | 8739 | 9695 | 17602 | 12924 | 6898 | 5325 | 7088 | 11491 | 12452 | 18503 | 10729 | 9258 | 1803 | 5086 | 2319 | 5014 | 3581 | 5319 | 401 |
| 5 | 9339 | 7298 | 8119 | 12395 | 11963 | 5408 | 4315 | 6347 | 9510 | 9724 | 15902 | 9310 | 7642 | 1487 | 4230 | 1958 | 4375 | 3361 | 4823 | 428 |
| 6 | 5003 | 3745 | 4287 | 6122 | 5271 | 3138 | 2197 | 3199 | 5117 | 5239 | 8425 | 5033 | 3774 | 749 | 2221 | 964 | 2336 | 1610 | 2563 | 212 |
| 7 | 4955 | 3755 | 4179 | 5631 | 5378 | 3025 | 3287 | 3436 | 5196 | 4873 | 7714 | 4750 | 3766 | 749 | 2311 | 977 | 2239 | 1561 | 2485 | 207 |
| 8 | 6638 | 4421 | 5489 | 6806 | 6112 | 3861 | 3544 | 6174 | 6688 | 6877 | 11519 | 7515 | 5138 | 991 | 2861 | 1282 | 2921 | 2051 | 3822 | 282 |
| 9 | 11258 | 6878 | 7574 | 11395 | 10177 | 6170 | 4928 | 6874 | 12564 | 9697 | 19231 | 10010 | 7496 | 1517 | 2988 | 1882 | 3718 | 3308 | 4062 | 223 |
| 10 | 11500 | 7101 | 9132 | 11536 | 10295 | 5763 | 4967 | 6867 | 8953 | 15728 | 20579 | 9190 | 9104 | 1483 | 3764 | 1963 | 4034 | 3739 | 5000 | 367 |
| 11 | 17731 | 12346 | 14006 | 19466 | 16990 | 9444 | 7264 | 10327 | 14716 | 18571 | 36859 | 17334 | 13655 | 2518 | 6380 | 3319 | 7337 | 6331 | 8507 | 655 |
| 12 | 10643 | 7157 | 7662 | 11368 | 10015 | 5773 | 4410 | 6891 | 9533 | 9638 | 19354 | 11850 | 7642 | 1425 | 2834 | 1752 | 3517 | 3492 | 4715 | 259 |

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 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 13 | 7399 | 5183 | 5963 | 7947 | 6973 | 3949 | 3142 | 4662 | 6438 | 8264 | 12551 | 6551 | 5813 | 1044 | 3177 | 1388 | 3324 | 2323 | 3864 | 296 |
| 14 | 1358 | 1013 | 1137 | 1571 | 1355 | 748 | 593 | 839 | 1263 | 1386 | 2170 | 1243 | 1042 | 203 | 527 | 258 | 542 | 426 | 600 | 49 |
| 15 | 4109 | 2893 | 3382 | 4821 | 4310 | 2377 | 1845 | 2506 | 2904 | 3592 | 6087 | 2876 | 3213 | 560 | 948 | 722 | 1271 | 1338 | 1477 | 108 |
| 16 | 1875 | 1392 | 1555 | 2063 | 1786 | 1023 | 807 | 1149 | 1633 | 1863 | 2934 | 1646 | 1438 | 267 | 710 | 374 | 850 | 591 | 897 | 71 |
| 17 | 3393 | 3005 | 4238 | 4302 | 3736 | 2268 | 1503 | 2182 | 3017 | 3464 | 5734 | 3029 | 2918 | 502 | 1153 | 712 | 1359 | 2240 | 2093 | 386 |
| 18 | 3412 | 2864 | 2910 | 3361 | 3068 | 1794 | 1339 | 1934 | 2612 | 3376 | 5742 | 3010 | 2450 | 462 | 1442 | 616 | 2882 | 1316 | 2664 | 249 |
| 19 | 3981 | 3100 | 4268 | 4404 | 3981 | 2533 | 1850 | 3074 | 3584 | 3962 | 7446 | 4128 | 3408 | 615 | 1342 | 822 | 1528 | 2037 | 2513 | 288 |
| 20 | 123 | 86 | 116 | 134 | 120 | 73 | 52 | 82 | 85 | 109 | 220 | 93 | 102 | 18 | 28 | 23 | 38 | 54 | 47 | 2 |

Отримані результати моделювання пасажиропотоків можна використовувати для коректування розкладів руху транспортних засобів на маршрутах ГПТ чи пасажиромісткості автобуса (на автобусних маршрутах).

Застосування сформованої МЛМ вибору виду вузла зовнішнього транспорту представлено на прикладі оцінки ступеня впливу зміни вартості перевезення на ймовірність вибору залізничного вузла для виконання позаміської поїздки.

Під час переміщення в напрямку Львів – Івано-Франківськ є дві основних альтернативи вибору ВЗТ – Головний залізничний вокзал та автовокзал «Львів». Середня тривалість поїздки автобусом на цьому маршруті становить 3,5 год, поїздом – 2 год 20 хв (2,33 год). Мінімальна вартість автобусного квитка в касі автовокзалу – 126 грн, проїзду в плацкартному вагоні поїзда – 86 грн для повного квитка і 43 грн – для студентського (без постелі).

Оскільки напрямок переміщення – південний, для підстановки в модель беремо число 1,77. Значення вартості поїздки закодуємо для залізничного руху числом 3 (для переміщення користувачів з категорії «працездатне населення») та числом 1 (для переміщення користувачів з категорії «студенти»), для автобусного – числом 4. Значення тривалості поїздки – число 3 для залізниці і 4 – для автобуса. Часовий період відправки приймемо однаковим для обох варіантів – від 8:00 до 13:00 год (число 2).

Оскільки це південний напрямок (основна частка маршрутів довжиною від 200 км), то корисність вибору залізничного вузла для подальшого переміщення на цьому маршруті становитиме для працездатного населення:

$$V_k^{train} = 9,24 \cdot 1,77 - 2,26 \cdot 3 - 0,16 \cdot 3 + 1,34 \cdot 2 - 3,61 = 8,16$$

Корисність вибору автобусного вузла для категорії «працездатне населення» під час переміщення на цьому маршруті:

$$V_k^{bus} = 5,89 \cdot 1,77 - 1,74 \cdot 4 - 0,29 \cdot 4 + 1,2 \cdot 2 + 3,21 = 7,9$$

Ймовірність вибору залізничного вузла буде рівною:

$$P_k^{train} = \frac{e^{8,16}}{e^{8,16} + e^{7,9}} = 0,56$$

Для студентських переміщень:

$$V_k^{train} = -0,05 \cdot 1,771,87 \cdot 3 - 0,98 \cdot 1 + 3,1 = 7,64$$

$$V_k^{bus} = 0,03 \cdot 1,771,13 \cdot 4 - 1,16 \cdot 4 + 2,58 = 2,51$$

$$P_k^{train} = \frac{e^{7,64}}{e^{7,64} + e^{2,51}} = 0,97$$

Тобто практично всі студентські переміщення на розглядуваному маршруті виконуватимуться з Головного залізничного вокзалу, що є очевидним через суттєву різницю у вартості такого переміщення при переміщенні залізницею та автобусом. Для категорії «працездатне населення» ймовірність вибору між двома видами ВЗТ розподіляється досить рівномірно. Якщо тривалість переміщення поїздом зменшити до 2 год (число 2 в моделі), то корисність вибору залізничного вузла для цієї категорії збільшиться до $V_k^{train} = 10,42$, і ймовірність його вибору збільшиться до суттєвих 89%. Якщо при цьому збільшити вартість перевезення до діапазону 100 – 150 грн (число 4), то корисність залізниці становитиме $V_k^{train} = 10,16$ і ймовірність вибору – 80%. При підвищенні вартості перевезення без зменшення тривалості руху ймовірність вибору залізничного вузла для працездатного населення становитиме 53%.

Для студентських переміщень одночасне зменшення тривалості руху та підвищення вартості перевезення з межах одного діапазону зменшить ймовірність вибору залізничного вузла до 90%, а підвищення вартості перевезення без зміни тривалості – до 85%.

Візьмемо для прикладу пасажиропотік студентів та працездатної групи населення рівним 100 осіб. Згідно з даними Державного управління статистики у Львівській області щодо структури населення [150] можна розрахувати, що в групі студентів та працездатного населення перших налічуватиметься 28%, а других, відповідно, 72%. При існуючих характеристиках переміщень на маршруті Львів – Івано-Франківськ залізницею переміщуватиметься

$Q_{train} = 0,56 \cdot 72 + 0,97 \cdot 28 = 67$ пасажирів, а автобусом – 33 пасажири. При підвищенні швидкості залізничних перевезень кількість пасажирів залізниці збільшиться до $Q_{train} = 0,89 \cdot 72 + 0,97 \cdot 28 = 91$ пасажира зі 100, а при одночасному підвищенні ціни на залізничні перевезення розподіл пасажирів становитиме 82 та 18 осіб відповідно.

Підвищення ціни на залізничні перевезення в межах одного діапазону без зміни інших характеристик зменшить кількість пасажирів на залізниці до 62 осіб зі 100.

Тобто підвищення швидкості перевезень на залізниці може суттєво збільшити величину пасажиропотоку з категорії «працездатне населення» навіть при певному підвищенні ціни на залізничні перевезення.

На основі мультиноміальної логіт-моделі ймовірності вибору виду вузла зовнішнього транспорту проведено оцінку впливу зміни параметрів позаміської поїздки (тривалості та вартості) на ймовірність вибору користувачами транспортної системи Львова виду ВЗТ залежно від довжини маршруту. В табл. 4.6 – табл. 4.8 подано результати моделювання впливу зміни значень вартості та тривалості переміщення на ймовірність вибору залізничного ВЗТ під час переміщення працездатного населення. Для маршрутів довжиною до 100 км початкові значення показників відповідають другому діапазону, для маршрутів довжиною від 100 до 200 км – третьому діапазону, а для маршрутів від 200 до 350 км – четвертому діапазону.

Найефективнішим заходом для збільшення ймовірності вибору залізничного ВЗТ є зменшення тривалості переміщення. Найбільший ефект від цього заходу спостерігається на маршрутах довжиною до 100 км. Зміна вартості переміщення здійснює найбільший вплив на ймовірність вибору залізничного ВЗТ на маршрутах довжиною від 100 до 200 км.

Отримані результати дозволяють оцінити доцільність внесення змін щодо ціни та/чи тривалості переміщення на позаміських маршрутах та моделювати зміну параметрів мережі міських пасажирських перевезень.

Таблиця 4.6

Вплив зміни значень параметрів позаміської поїздки на ймовірність вибору залізничного ВЗТ (маршрути довжиною до 100 км)

| Параметр | Незмінна тривалість | | Збільшення тривалості | | Зменшення тривалості | |
|--|---------------------|------|-----------------------|------|----------------------|------|
| Зміна параметрів переміщень із залізничного вузла при незмінних параметрах переміщення з автобусного вузла | | | | | | |
| Незмінна вартість | 0,48 | | ↓ | 0,09 | ↑ | 0,90 |
| Збільшення вартості | ↓ | 0,44 | ↓ | 0,08 | ↑ | 0,88 |
| Зменшення вартості | ↑ | 0,52 | ↓ | 0,10 | ↑ | 0,91 |
| Зміна параметрів переміщень з автобусного вузла при незмінних параметрах переміщення із залізничного вузла | | | | | | |
| Незмінна вартість | 0,48 | | ↑ | 0,85 | ↓ | 0,13 |
| Збільшення вартості | ↑ | 0,56 | ↑ | 0,88 | ↓ | 0,17 |
| Зменшення вартості | ↓ | 0,40 | ↑ | 0,80 | ↓ | 0,10 |
| Одночасна аналогічна зміна параметрів переміщення | | | | | | |
| Незмінна вартість | 0,48 | | ↓ | 0,37 | ↑ | 0,59 |
| Збільшення вартості | ↑ | 0,52 | ↓ | 0,40 | ↑ | 0,63 |
| Зменшення вартості | ↓ | 0,44 | ↓ | 0,33 | ↑ | 0,56 |

Таблиця 4.7

Вплив зміни значень параметрів позаміської поїздки на ймовірність вибору залізничного ВЗТ (маршрути довжиною від 100 до 200 км)

| Параметр | Незмінна тривалість | | Збільшення тривалості | | Зменшення тривалості | |
|--|---------------------|------|-----------------------|------|----------------------|------|
| Зміна параметрів переміщень із залізничного вузла при незмінних параметрах переміщення з автобусного вузла | | | | | | |
| Незмінна вартість | 0,58 | | ↓ | 0,14 | ↑ | 0,92 |
| Збільшення вартості | ↓ | 0,22 | ↓ | 0,03 | ↑ | 0,71 |
| Зменшення вартості | ↑ | 0,87 | ↓ | 0,44 | ↑ | 0,98 |
| Зміна параметрів переміщень з автобусного вузла при незмінних параметрах переміщення із залізничного вузла | | | | | | |
| Незмінна вартість | 0,58 | | ↑ | 0,91 | ↓ | 0,16 |
| Збільшення вартості | ↑ | 0,85 | ↑ | 0,98 | ↓ | 0,44 |
| Зменшення вартості | ↓ | 0,25 | ↑ | 0,71 | ↓ | 0,05 |
| Одночасна аналогічна зміна параметрів переміщення | | | | | | |
| Незмінна вартість | 0,58 | | ↓ | 0,52 | ↑ | 0,64 |
| Збільшення вартості | ↓ | 0,53 | ↓ | 0,47 | ↑ | 0,59 |
| Зменшення вартості | ↑ | 0,63 | ↓ | 0,57 | ↑ | 0,68 |

Таблиця 4.8

Вплив зміни значень параметрів позаміської поїздки на ймовірність вибору залізничного ВЗТ (маршрути довжиною від 200 до 350 км, південно-східний напрямок)

| Параметр | Незмінна тривалість | | Збільшення тривалості | | Зменшення тривалості | |
|--|---------------------|------|-----------------------|------|----------------------|------|
| Зміна параметрів переміщень із залізничного вузла при незмінних параметрах переміщення з автобусного вузла | | | | | | |
| Незмінна вартість | 0,50 | | ↓ | 0,09 | ↑ | 0,90 |
| Збільшення вартості | ↓ | 0,46 | ↓ | 0,08 | ↑ | 0,89 |
| Зменшення вартості | ↑ | 0,54 | ↓ | 0,11 | ↑ | 0,92 |
| Зміна параметрів переміщень з автобусного вузла при незмінних параметрах переміщення із залізничного вузла | | | | | | |
| Незмінна вартість | 0,50 | | ↑ | 0,85 | ↓ | 0,15 |
| Збільшення вартості | ↑ | 0,57 | ↑ | 0,88 | ↓ | 0,19 |
| Зменшення вартості | ↓ | 0,42 | ↑ | 0,81 | ↓ | 0,11 |
| Одночасна аналогічна зміна параметрів переміщення | | | | | | |
| Незмінна вартість | 0,50 | | ↓ | 0,37 | ↑ | 0,62 |
| Збільшення вартості | ↑ | 0,53 | ↓ | 0,40 | ↑ | 0,65 |
| Зменшення вартості | ↓ | 0,46 | ↓ | 0,34 | ↑ | 0,59 |

4.4. Висновки до розділу

1. У програмному середовищі PTV Visum розроблено модель території м. Львова та проведено моделювання попиту на переміщення з урахуванням поїздок до ВЗТ. У результаті моделювання отримано загальну кількість добових переміщень міською територією – 1931717 осіб/добу, кількість переміщень громадським транспортом – 1043127 осіб/добу, з них 125531 особа/добу – переміщення, пов'язані з ВЗТ, що становить 8% від добового пасажиропотоку на ГТ. Із загальної кількості таких переміщень 65% виконуються громадським транспортом, 23% - індивідуальним транспортом, 8% - таксі та 4% - пішки.

2. Адекватність отриманих шляхом моделювання даних перевірено дослідженням фактичних пасажиропотоків на міському громадському транспорті. Кореляція фактичних даних та результатів моделювання знаходиться в межах 92%.

3. Визначено величини пасажиропотоків кожного ВЗТ та їх складову в структурі перевезень громадським транспортом на відповідній ділянці ВДМ. Залежно від виду вузла зовнішнього транспорту та його розташування, обсяг користувачів ВЗТ у загальному пасажиропотоці складає від 9 до 75%.

4. Отримано ймовірності вибору виду ВЗТ залежно від зміни параметрів позаміської поїздки та довжини маршруту. Найефективнішим заходом для збільшення ймовірності вибору є зменшення тривалості переміщення. Найбільший ефект від цього заходу спостерігається на маршрутах довжиною до 100 км (збільшення ймовірності вибору на 87%). Зміна вартості переміщення здійснює найбільший вплив на ймовірність вибору ВЗТ на маршрутах довжиною від 100 до 200 км (зростання вартості зменшує ймовірність вибору ВЗТ на 37%, а зменшення вартості – збільшує ймовірність на 50%).

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано сучасні підходи до визначення параметрів мережі міських пасажирських перевезень. Основою для їх розрахунку є інформація про попит на переміщення. Більшість досліджень зосереджено на регулярних переміщеннях (трудових, навчальних). Нерегулярні переміщення, зокрема переміщення, пов'язані з вузлами зовнішнього транспорту, у проаналізованих роботах висвітлено недостатньо.

2. Оцінку нерегулярних переміщень доцільно проводити із застосування моделей теорії корисності з випадковим вибором. Розроблено ієрархічну модель для врахування переміщень, пов'язаних із ВЗТ, яка включає прогнозування ймовірності вибору виду вузла зовнішнього транспорту та режиму переміщення міською територією. Привабливість ВЗТ визначається з урахуванням таких критеріїв: кількість відправок, кількість напрямків, розподіл за напрямками, тривалість роботи та кількість альтернатив при русі в певному напрямку.

3. Визначено критерії вибору виду ВЗТ для подальшого виконання позаміської поїздки (напрямок, тривалість та вартість поїздки і часовий період відправки) та режиму переміщення міською територією (соціоекономічні характеристики користувача, тривалість переміщення та параметри мережі ГПТ). При виборі виду ВЗТ для 42% користувачів найважливішим критерієм є тривалість переміщення, для 26% - вартість. Щодо режиму переміщень міською територією, то найбільший вплив на вибір здійснює вік користувача, наявність у нього власного авто та тривалість поїздки.

4. Сформовано функції корисності для оцінки ймовірності вибору виду ВЗТ (автобусний чи залізничний) та режиму переміщення міською територією (громадський транспорт, індивідуальний транспорт, таксі чи рух пішки) за мультиноміальною логіт-моделлю. Коефіцієнти параметрів функцій корисності визначено на основі даних анкетних опитувань з використанням програми Statistica.

5. У програмному середовищі PTV Visum створено модель міста (Львів). Елементами моделі є транспортна мережа, маршрутна мережа та банк даних для визначення попиту на переміщення. Отримано матриці кореспонденцій та величини пасажиропотоків. Загальна кількість добових переміщень становить 1931717 осіб/добу, кількість переміщень громадським транспортом – 1043127 осіб/добу, з них 125531 особа/добу – переміщення, пов'язані з ВЗТ (8% від добового пасажиропотоку на міському громадському транспорті). Переміщення, пов'язані з ВЗТ, мають таку структуру за режимами: громадський транспорт – 65%, індивідуальний транспорт – 23%, таксі – 8% і пішки – 4%. Отримані обсяги пасажиропотоків є параметром мережі міських пасажирських перевезень та основою для розрахунку інтервалів руху і типу транспортних засобів на маршрутах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sustainable Approaches to Urban Transport. Edited by D. Mohan, G. Tiwari. – Boca Raton: CRC Press, 2019. – 329 p.
2. Cascetta E. Transportation systems engineering: theory and methods / Ennio Cascetta. – New York: Springer Science + Business Media, LLC, 2013. – 710 p.
3. Sivilevičius H. Modelling the interaction of transport system elements / Henrikas Sivilevičius. // Transport. – 2011. – P. 20 – 34.
4. Ort'uzar J. Modelling Transport. Fourth Edition / J. Ort'uzar, L. Willumsen. – New York: John Wiley & Sons, Ltd, 2011. – 607 p.
5. Rodrigue J. P. The Geography of Transport System: Fifth Edition [Електронний ресурс] / J. P. Rodrigue // New York: Routledge. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://transportgeography.org>.
6. Rajé F. Negotiating the Transport System: User Contexts, Experiences and Needs / Fiona Rajé. – London: Routledge, 2017. – 248 p.
7. Mattsson L. Vulnerability and resilience of transport systems – A discussion of recent research / L. Mattsson, E. Jenelius. // Transportation Research, Part A: Policy and Practice. – 2015. – P. 16 – 34.
8. Cascetta E. Transportation Systems Analysis: Models and Applications / Ennio Cascetta. – New York: Springer Science + Business Media, LLC, 2009. – 742 p. – (Second Edition).
9. Black, John. Urban Transport Planning. Theory and Practice / Black, John. – New York: Routledge, 2018. – 246 p.
10. Janic M. Transport Systems. Modelling, Planning, and Evaluation / Milan Janic. – London: CRC Press, 2017. – 428 c.
11. Tolley R. S. Transport Systems, Policy and Planning / R. S. Tolley, B. J. Turton. – New York: Routledge, 2014. – 420 p.
12. Біліченко В. В. Формування маршрутної мережі міського пасажирського транспорту [Електронний ресурс] / В. В. Біліченко //

- Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2019/paper/view/7270>.
13. Біліченко В. В. Методичні підходи до вдосконалення міської маршрутної мережі [Електронний ресурс] / В. В. Біліченко, О. В. Харчук, В. С. Грех // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/3036>.
 14. Біліченко В. В. Підтримка прийняття рішень щодо вдосконалення маршрутної мережі міських пасажирських перевезень [Електронний ресурс] / В. В. Біліченко, С. В. Цимбал, Н. О. Біліченко // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/3033>.
 15. Горев А. Э. Основы теории транспортных систем: учеб. пособие / А. Э. Горев. – СПб, 2010. – 214 с.
 16. Горбачев П. Ф. Основы теории транспортных систем: учебное пособие / П. Ф. Горбачев, И. А. Дмитриев. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2002. – 202 с.
 17. Горбачов П. Ф. Моделирование спроса на услуги пассажирского маршрутного транспорта в крупных городах : монография / П. Ф. Горбачов, А. В. Россолов. – Харьков: ХНАДУ, 2012. – 152 с.
 18. Кашканов А. А. Оптимізація міських пасажирських перевезень на базі використання інформаційно-логістичних технологій / А. А. Кашканов, І. Є. Стенжицька. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – №6. – С. 39 – 42.
 19. Modelling multimodal transit networks integration of bus networks with walking and cycling / J.Brand, S. Hoogendoorn, N. van Oort, B. Schalkwijk.

- // 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems. – 2017. – P. 750 – 755.
- 20.Броддус А. Управління попитом на транспортні послуги. Інструкція / А. Броддус, Т. Літман, Г. Менон., 2009. – 129 с.
- 21.Логистика : общественный пассажирский транспорт: учебник / под общ.ред. Миротина Л.Б. – М: Экзамен, 2003. – 224 с.
- 22.Понкратов Д. В. Вибір пасажирами шляху пересування у містах: монографія / Д. В. Понкратов, Г. І. Фалецька. – Харків: ХНУМГ ім О.М. Бекетова, 2015. – 164 с.
- 23.Сафронов Э. А. Транспортные системы городов и регионов: учебное пособие / Э. А. Сафронов. – М: АСВ, 2005. – 272 с.
- 24.Нефедов Н. А. Проблемы транспортных систем: монография / Н. А. Нефедов, А. О. Лобашов, Ю. А. Давидич. – Харьков: ХНАДУ, 1999. – 100 с.
- 25.ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. Київ, 2018. 61 с.
- 26.Immers B. Transport Network Planning: Theoretical Notions. Handbook of Transport Engineering / B. Immers, B. Egeter, Rob van Nes. – New York: The McGraw-Hill Companies, 2004. – 33 p.
- 27.Wang, F. Artificial societies for integrated and sustainable development of metropolitan systems / F. Wang, S. Tang. // IEEE Intelligent Systems. – 2004. – P. 82 – 87.
- 28.Modeling and analyzing transportation systems based on ACP approach / [F. Zhu, F. Y. Wang, R. Li та ін.]. // 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Washington, DC. – 2011. – P. 2136–2141.
- 29.Шпильовий І. Ф. Методичні основи управління системами міських пасажирських перевезень : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 "Транспортні системи" / Шпильовий І. Ф. – Київ, 2010. – 23 с.

30. Кара І. А. Визначення пасажиропотоків на міських маршрутах з використанням нечіткої логіки та транзакцій абонентів стільникового зв'язку : дис. канд. техн. наук : 05.22.01 / Кара Інна Андріївна – Львів, 2017. – 208 с.
31. Estimation of an urban OD matrix using different information sources / [A. Sbai, H. J. Van Zuylem, J. Li et al.]. // International Conference on Computational Science and Its Applications: ICCSA. – 2017. – P. 183–198.
32. Гончаренко С. Ю. Визначення попиту на послуги пасажирського маршрутного транспорту в середніх містах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 "Транспортні системи" / Гончаренко С. Ю. – Харків, 2017. – 20 с.
33. Россолов О. В. Удосконалення інтервальної концепції визначення попиту на послуги пасажирського маршрутного транспорту в великих містах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 "Транспортні системи" / Россолов О. В. – Харків, 2012. – 20 с.
34. Любий Є. В. Визначення попиту на пересування населення малих міст маршрутним пасажирським транспортом : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 "Транспортні системи" / Любий Є. В. – Харків, 2012. – 22 с.
35. Любий Є. В. Оцінка точності синтетичних моделей розрахунку пасажирських кореспонденцій на прикладі малих міст / Є. В. Любий, О. С. Колій. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – 2019. – С. 98 – 106.
36. A fuzzy logic inference approach for the estimation of the passengers flow demand / A. A. Berbey, G. R. Caballero, S. B. de Dios, L. R. Galán. // International Conference on Fuzzy Computation and 2nd International Conference on Neural Computation. – 2010. – P. 125 – 129.
37. Моделювання попиту на послуги міського пасажирського транспорту при проведенні масових заходів у містах / О. В. Россолов, Є. В. Любий,

- В. Ю. Король, О. С. Левченко. // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2013. – С. 22 – 25.
38. Аналіз сучасних моделей дискретного вибору пасажирями шляху пересування / П. Ф. Горбачов, О. В. Макарічев, О. В. Свічинська, С. В. Свічинський. // Автомобільний транспорт. – 2011. – №28. – С. 97 – 103.
39. Kjær T. A review of the discrete choice experiment / Т. Кјær. – Denmark: University Of Southern Denmark, 2005. – 143 p.
40. Ben-Akiva M. Foundations of Stated Preference Elicitation: Consumer Behavior and Choice-based Conjoint Analysis / М. Ben-Akiva, D. McFadden, K. Train. // Foundations and Trends in Econometrics. – 2019. – P. 1–144.
41. Лозе Д. Моделирование транспортного предложения и спроса на транспорт для пассажирского и служебного транспорта – обзор теории моделирования / Дитер Лозе. // Сборник докладов 7-й международной конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах». – 2006. – С. 170 – 186.
42. Talluri K. T. The theory and practice of revenue management / К. Т. Talluri, G. J. Van Ryzin. – Boston: Springer, 2004. – 712 с.
43. Linking modal choice to motility: A comprehensive review / [A. De Witte, J. Hollevoet, F. Dobruszkes та ін.]. // Transportation Research. – 2013. – P. 329 – 341.
44. Аулін В. В. Теоретичне обґрунтування прогнозування розподілу попиту пасажирів на послуги різних типів міського транспорту / В. В. Аулін, Д. В. Голуб. // Вісник ЖДТУ. – 2014. – С. 16 – 20.
45. Catalano M. Car sharing demand estimation and urban transport demand modelling using stated preference techniques / М. Catalano, В. Lo Casto, М. Migliore. // European Transport. – 2008. – №40. – P. 33 – 50.
46. Washbrook K. Estimating Commuter Mode Choice: a Discrete Choice Analysis of the Impact of Road Pricing and Parking Charges / К. Washbrook, W. Haider, M. Jaccard. // Transportation. – 2006. – №33. – P. 621 – 639.

47. Fan A. How Have Travelers Changed Mode Choices for First/Last Mile Trips after the Introduction of Bicycle-Sharing Systems: An Empirical Study in Beijing, China [Електронний ресурс] / A. Fan, X. Chen, T. Wan // *Journal of Advanced Transportation*,. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.hindawi.com/journals/jat/2019/5426080/>.
48. Горбачов П. Ф. Концепція формування систем маршрутного пасажирського транспорту в містах : дис. докт. техн. наук : 05.22.01 / Горбачов Петро Федорович – Харків, 2009.
49. Білоус А. Б. Розрахунок імовірності вибору альтернативи пересування з використанням мультиноміальної логістичної моделі / А. Б. Білоус, І. А. Могила, С. А. Огородник. // *Автомобільний транспорт*. – 2012. – №31. – С. 93 – 99.
50. Білоус А. Б. Багатофакторний нечіткий аналіз для моделювання попиту на перевезення до туристичних міст / А. Б. Білоус, І. А. Могила. // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2011. – №1. – С. 32 – 38.
51. Jang S. Tolerance and Indifference Bands in Regret–Rejoice Choice Models: Extension to Market Segmentation in the Context of Mode Choice Behavior / S. Jang, S. Rasouli, H. Timmermans. // *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. – 2018. – P. 23 – 34.
52. Public transit service operation strategy under indifference thresholds-based bi-modal equilibrium / W. Wang, D. Wang, H. Sun, J. Wu. // *Journal of Advanced Transportation*. – 2016. – P. 1124 – 1138.
53. Urban planning and building smart cities based on the Internet of Things using Big Data analytics / M. M. Rathore, A. Ahmad, A. Paul, S. Rho. // *Computer Networks*. – 2016. – P. 63 – 80.
54. A trip to work: Estimation of origin and destination of commuting patterns in the main metropolitan regions of Haiti using CDR / [G. A. Zagatti, M. Gonzalez, P. Avner та ін.]. // *Development Engineering*. – 2018. – P. 133 – 165.

55. Van Wee B. The Transport System and Transport Policy / B. van Wee, J. Annema, D. Banister. – Cheltenham: Edward Elgar, 2013. – 399 p.
56. Ройко Ю. Я. Щодо визначення основних принципів транспортного районування [Електронний ресурс] / Юрій Ярославович Ройко // Транспортные проблемы крупнейших городов. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <https://eprints.kname.edu.ua/29545/1/34.pdf>.
57. Горбачов П. Ф. Аналіз матриці відстаней між транспортними районами міста як основи функції розселення населення / П. Ф. Горбачов, С. В. Свічинський, О. В. Свічинська. // Автомобільний транспорт. – 2010. – №27. – С. 73–76.
58. A Bayesian approach for modeling origin–destination matrices / [K. Perrakis, D. Karlis, M. Cools та ін.]. // Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2012. – P. 200 – 212.
59. Taxi trips distribution modeling based on Entropy-Maximizing theory: A case study in Harbin city—China / [J. Tang, S. Zhang, X. Chen та ін.]. // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. – 2018. – P. 430 – 443.
60. Enhanced least square based dynamic OD matrix estimation using Radio Frequency Identification data / [J. Guo, Y. Liu, X. Li та ін.]. // Mathematics and Computers in Simulation. – 2019. – P. 27 – 40.
61. Hagen-Zanker A. A new method of adaptive zoning for spatial interaction models / A. Hagen-Zanker, Y. Jin. // Geographical Analysis. – 2012. – №44. – P. 281 – 301.
62. Hagen-Zanker A. Adaptive Zoning for Efficient Transport Modelling in Urban Models / A. Hagen-Zanker, Y. Jin. // International Conference on Computational Science and Its Applications: ICCSA. – 2015. – P. 673 – 687.
63. Ristimäki M. Travel-related zones of urban form – zone criteria, urban form statistical profiles, and travel habits (in Finnish) / M. Ristimäki, H. Kalenoja, M. Tiitu. – Helsinki: Publications of the Ministry of Transport and Communications, 2011.

64. Chmielewski J. Hexagonal Zones in Transport Demand Models / J. Chmielewski, J. Kempa. // KnE Engineering. – 2020. – №5. – P. 103 – 116.
65. Golden B. The vehicle routing problem : latest advances and new challenges / B. Golden, S. Raghavan, E. Wasil., 2008. – 589 p.
66. Martínez L. M. A traffic analysis zone definition: a new methodology and algorithm / L. M. Martínez, J. M. Viegas, E. A. Silva. // Transportation. – 2009. – P. 581 – 599.
67. Molloy J. Development of a Destination Choice Model for Ontario [Електронний ресурс] / Joseph Molloy // Technical University of Munich. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://pdfs.semanticscholar.org/d1a6/9cb018a8030286e5e64a2ec598d56f292dc5.pdf>.
68. ДБН Б.2.2–12:2018. Планування і забудова територій. Київ, 2018. 179 с.
69. Бондар А. Транспортно-пересадочний вузол як елемент планувальної структури міста / Андрій Бондар. // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини: Всеукраїнський збірник наукових праць. – 2016. – №88. – С. 91 – 99.
70. Безлюбченко О. С. Планування міст та транспорт: Навчальний посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 156 с.
71. Ліпянін В. А. Містобудівельні принципи формування системи споруд зовнішнього транспорту у великих містах України (на прикладі м. Рівне) / В. А. Ліпянін, Т. О. Мілаш. // Міське будівництво та господарство. – 2015. – С. 456 – 465.
72. Розклади транспорту. URL: <http://bus.com.ua/> (дата звернення 13.11.2019)
73. Офіційний веб-сайт Укрзалізниці. URL: <https://www.uz.gov.ua/passengers/timetable/> (дата звернення 13.11.2019)

74. Маруніч В. С. Автоматизований метод обстеження кореспонденцій та пасажиропотоків на маршрутах транспорту загального користування / В. С. Маруніч, І. М. Вакарчук, В. С. Харута. // Коммунальное хозяйство городов. научно-технический сборник. – 2012. – №103. – С. 343 – 351.
75. ДСТУ 2610-94. Пасажирські автомобільні перевезення. Терміни та визначення. Київ, 1994. 16 с.
76. Горбачов П. Ф. Рациональное размещение автобусных транспортно-пересадочных узлов в городах / П. Ф. Горбачов, В. Ф. Далека, И. Г. Гузненков. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – С. 4 – 6.
77. Кристопчук М. Є. До питання розміщення міських транспортно-пересадочних вузлів / М. Є. Кристопчук, З. В. Бичко. // Комунальне господарство міст. – 2012. – №103. – С. 374 – 378.
78. Solutions for Improving Transit through Intermodal Passenger Terminals / [M. Roşca, C. Opreaa, A. Iliea та ін.]. // Procedia Manufacturing. – 2020. – №46. – P. 225 – 232.
79. Wang X. Function-Based Classification Method for Traffic Hub / X. Wang, C. Rong. // Applied Mechanics and Materials. – 2011. – P. 779 – 782.
80. Ren X. Research on Passenger Volume Demand Prediction for External Passenger Transport Hub Based on Genetic Neural Network / X. Ren, L. Li. // 1st International Conference on Transportation Infrastructure and Materials. – 2016. – P. 535 – 542.
81. Sato K. Analysis of high-speed rail and airline transport cooperation in presence of non-purchase option / K. Sato, Y. Chen. // Journal of Modern Transportation. – 2018. – №26. – P. 231 – 254.
82. Lakatos A. Mode-choice Analysis in Long-distance, Parallel Public Transport / A. Lakatos, P. Mandoki. // Transportation Research Procedia. – 2019. – №44. – P. 332 – 341.
83. Kuznar M. Analysis of the most popular interurban transport modes among Cracow students of state universities / M. Kuznar, E. Wyraz. // 13th

- International Conference on Industrial Logistics: Conference Proceedings. – 2016. – P. 128 – 135.
84. Sivilevičius H. The model assessing the impact of price and provided services on the quality of the trip by train: MCDM approach / H. Sivilevičius, L. Maskeliūnaitė. // Economics and Management. – 2019. – №22. – P. 51 – 67.
85. Кристопчук М. Є. Дослідження факторів впливу на розподіл пасажирських кореспонденцій по маршрутній мережі / М. Є. Кристопчук. // Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". – 2014. – С. 317 – 322.
86. Вдовиченко В. О. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 "Транспортні системи" / Вдовиченко В. О. – Київ, 2004. – 24 с.
87. Traffic Analysis Tools by Category [Електронний ресурс] // U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration – Режим доступу до ресурсу: <https://ops.fhwa.dot.gov/trafficanalysistools/>.
88. Любий Є. В. Транспортне планування міст: сучасні інструменти транспортного моделювання автотранспортних систем / Є. В. Любий, Н. В. Пономарьова, О. С. Чернишова. // Комунальне господарство міст. – 2016. – С. 76 – 82.
89. Стеценко І. В. Імітаційне моделювання дорожнього руху з використанням UNITY3D / І. В. Стеценко, С. М. Ящук. // Математичні машини і системи. – 2019. – №1. – С. 124 – 130.
90. Aimsun. URL: <https://www.aimsun.com/aimsun-ride/>
91. PTV Vision: VISUM 11.5 Basics – Karlsruhe: PTV AG, 2010. – 756 с.
92. Вікович І. А. Моделювання попиту на індивідуальний та громадський транспорт з використанням програмного забезпечення VISUM / І. А. Вікович, Р. М. Зубачик. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2012. – С. 193 – 203.

- 93.Зубачик Р. М. Особливості створення транспортної моделі міста у середовищі Visum: на прикладі Львова / Роман Михайлович Зубачик. // Науково-виробничий журнал «Автомобільний транспорт». – 2015. – С. 8 – 15.
- 94.Halyna Pivtorak. About passenger travels demand modeling in urban transportation systems / Mykola Zhuk, Halyna Pivtorak // Transport Technologies. Lviv Polytechnic National University. – 2020. – Volume 1, Number 1, P. 45 – 53.
- 95.Півторак Г.В. Моделирование попиту на громадський транспорт з використанням програмного середовища VISION VISUM / Міжнародна науково-практична конференція «Логістичне управління та безпека руху на транспорті»: тези доповідей, 4 – 8 травня 2015 року – Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля, ст. 144 – 146.
- 96.Моделирование пассажиропотоков в транспортной системе / П. У.Бонсалл, А. Ф. Чемпертоун, А. К. Мейсон, А. Г. Уилсон. – М: Транспорт, 1982. – 207 с.
- 97.Білоус А. Б. Формування матриці альтернатив пересування мешканців міста з використанням нейронечітких мереж / А. Б. Білоус, І. А. Могила, С. А. Огородник. // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля. – 2012. – №6. – С. 269 – 275.
- 98.Швецов В. Проблемы моделирования передвижений в транспортных сетях / В. И. Швецов. // Труды МФТИ. – 2010. – С. 169 – 179.
- 99.Доля В. К. Теоретические основы и методы организации маршрутных автобусных перевозок пассажиров в крупнейших городах : дис. докт. техн. наук : 05.22.01 / Доля Віктор Констянтинович – М, 1993. – 301 с.
100. Powel W. A probabilistic model of bus route performance / W. Powel, Y. Sheffi. // Transportation science. – 1983. – P. 376 – 404.
101. Anderson P. A mathematical model of an urban bus route / P. Anderson, G. Scalia-Tomba. // Transportation research. – 1981. – №15. – P. 249 – 266.

102. Гончаренко С. Ю. Современные проблемы моделирования матриц пассажирских корреспонденций в средних городах / С. Ю. Гончаренко. // Вісник НТУ "ХПІ". – 2013. – №56. – С. 83 – 88.
103. Oppenheim N. Urban Travel Demand Modeling: From Individual Choices to General Equilibrium / Norbert Oppenheim., 1995. – 480 p.
104. Daamen W. Modelling Passenger Flows in Public Transport Facilities / Winnie Daamen., 2004. – 377 p.
105. Вильсон А. Энтропийные методы моделирования сложных систем / А.Дж Вильсон. – М: Наука, 1978. – 248 с.
106. Winston C. The Demand for Transportation: Models and Applications / C. Winston, K. A. Small. – С: University of California, 1988. – 51 с.
107. Ungvarai A. Modal Split – Different Approaches to a Common Term / Adam Ungvarai. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019.
108. Вучик В. Транспорт в городах, удобных для жизни / Вукан Вучик. – М: Территория будущего, 2011. – 576 с.
109. Ungvarai A. Modal Split – Different Approaches to a Common Term [Электронный ресурс] / Adam Ungvarai // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/603/4/042091/pdf>.
110. Дучинська Н. І. Еволюція теорії корисності: теоретико-методологічні аспекти / Н. І. Дучинська. // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Економіка». – 2015. – С. 183 – 189.
111. Маршалл А. Принципы экономики / А. Маршалл. – СПб: Питер, 1998. – 580 с.
112. Пашкевич С. М. Закономірності формування потоків пасажирів в маршрутних мережах малих міст / С. М. Пашкевич, М. Є. Кристопчук. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті.. – 2017. – С. 100 – 106.

113. Valuing crowding in public transport systems using mixed stated/revealed preferences data: the case of Santiago / M. Batarce, J. C. Muñoz, J. D. Ortúzar, S. Raveau. // 94th Annual Meeting Compendium of Papers. – 2015. – P. 1 – 13.
114. Москвин Б. В. Теория принятия решений : учебник / Б. В. Москвин. – СПб: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2005. – 383 с.
115. Абрамова Л. С. Управління дорожнім рухом на залізничному переїзді з елементами теорії корисності / Л. С. Абрамова, С. В. Капінус. // Вісник ЖДТУ. – 2016. – №2. – С. 13 – 17.
116. Ситник В. Ф. Деревя рішень у системах дейтамайнінгу / В. Ф. Ситник, Н. В. Ситник. // Формування ринкової економіки : зб. наук. пр. / Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана. – 2006. – №16. – С. 442 – 454.
117. Марченко О. О. Актуальні проблеми Data Mining / О. О. Марченко, Т. В. Россада. – Київ, 2017. – 150 с.
118. Свічинська О. В. Удосконалення моделей вибору шляху пересування пасажирів в маршрутних системах міст : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 "Транспортні системи" / Свічинська Ольга Володимирівна – Харків, 2015. – 23 с.
119. Півторак Г. В. Аналіз мережі транспортно-пересадочних вузлів міста Львова / Г. В. Півторак, М. М. Жила. // Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем: збірник тез II Міжнародної науково-технічної Інтернет-конференції. – 2020. – С. 68 – 69.
120. Жук М. М. Оцінка притягуючої здатності вузлів зовнішнього транспорту Львова / М. М. Жук, Г. В. Півторак. // Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2019. – С. 162 – 169.
121. Головне управління статистики у Львівській області: Режим доступу: <https://www.lv.ukrstat.gov.ua/>.
122. Добренев В. И. Методы социологического исследования / В. И. Добренев, А. И. Кравченко. – М: Инфра-М, 2017. – 768 с.

123. Вдовиченко В. О. Інноваційні технології пасажирських перевезень: конспект лекцій / В. О. Вдовиченко. – Харків, 2010. – 87 с.
124. Юр'єва Т. П. Обстеження пасажиропотоків як необхідна умова забезпечення ефективного функціонування міського електричного транспорту / Т. П. Юр'єва, М. В. Далека. // Економічні проблеми та перспективи розвитку житлово-комунального господарства на сучасному етапі. – 2010. – С. 22 – 23.
125. Адаменко М. І. Економіко-технічна надійність експлуатації міського електричного транспорту: монографія / М. І. Адаменко, О. Ю. Палант. – Харків: Золоті сторінки, 2014. – 143 с.
126. Осетрін М. А. Методи проведення досліджень мобільності населення міста / М. А. Осетрін, Д. О. Беспалов, М. І. Дорош. // Містобудування та територіальне планування. – 2017. – №63. – С. 292 – 302.
127. Посилання на опитувальник щодо вибору вузла зовнішнього транспорту:
<https://docs.google.com/forms/d/1zquAfeoancCZO9mcdCkcWrxwyY2OI7S SVwCZV2yivE/edit>
128. Development of a multinomial logit-model to choose a transportation mode for intercity travel / M.Zhuk, H. Pivtorak, V. Kovalyshyn, I. Gits. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – С. 69 – 77.
129. Півторак Г. Визначення характеристик міських поїздок Львова / Жук М., Півторак Г. // Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем: збірник тез Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції, (Рівне, 28–29 листопада 2019 року). – 2019. – С. 51–52.
130. Pivtorak H. Analysis of demand for public transport service in Lviv city / Gits I., Zhuk M., Pivtorak H. // Transport Technologies. – 2020. – Vol. 1, № 2. – P. 57–64.

131. Півторак Г.В. Оцінка розподілу переміщень за режимами з врахуванням мети поїздки (у м. Львові) / Півторак Г.В., Жила М.П. // Транспортні технології та безпека дорожнього руху: збірник тез Всеукраїнської науково-практичної конференції (Запоріжжя, 14–15 квітня 2020 року). – 2020. – С. 44–46.
132. Опитувальник користувачів транспортних послуг Львова: <https://docs.google.com/forms/d/1BeWNYQ1swJrKZy9AAAbC6ZyXQxPYGUoy-0vVm28U03f0/edit>
133. Прогнозування вибору виду транспорту у разі міських переміщень на основі класифікаційних дерев рішень / М. М.Жук, Г. В. Півторак, І. І. Гіць, М. М. Козак. // Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2020. – С. 221 – 226.
134. Схеми маршрутів руху громадського транспорту Львова: eway.in.ua/ua/cities/lviv
135. Півторак Г. В. Дослідження тривалості простою маршрутних транспортних засобів на зупинках громадського транспорту Львова / Г. В. Півторак. // Автошляховик України. – 2019. – №2. – С. 17 – 23.
136. Півторак Г.В. Оцінка тривалості посадки-висадки пасажирів на зупинці громадського транспорту в залежності від кількості маршрутів / Жук М.М., Півторак Г.В. // Науковий журнал «Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті» — Луцьк: Луцький НТУ, 2016. - № 1(5). - С.73 – 77.
137. Півторак Г.В. Оцінка впливу умов руху та характеристик міських автобусних маршрутів на вибір зупинок як контрольних точок / Півторак Г.В., Вариницька О.В. // «Вісник СНУ ім.В.Даля» — Сєверодонецьк:, 2016. - № 1 (255). - С.166 – 16
138. Півторак Г.В. Аналіз методів вибору контрольних точок маршруту громадського транспорту для визначення моменту корекції розкладу руху / А. Б. Білоус, Г. В. Півторак // Автошляховик України. - 2017. - № 1-2. - С. 48-51.

139. Веб-сторінка «Мобільність Львова». URL: <https://mobilitylviv.com/>
(дата звернення: 11.11.2019)
140. Півторак Г. В. Оцінка впливу зміни параметрів функції переваги на розподіл попиту на переміщення між транспортними районами міста / Г. В. Півторак, В. М. Голомовзий, М. П. Жила. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : науковий журнал. – 2020. – С. 118 – 126.
141. Wardrop J. G. Correspondence. Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research / J. G. Wardrop, J. I. Whitehead. // Engineering Divisions. ICE Proceedings. – 1952. – С. 767 – 778.
142. ДБН Б.2.2–23:2009. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. Київ, 2009. 17 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А1

**Бланк анкети для збору даних щодо характеристик міських поїздок,
пов'язаних з ВЗТ**

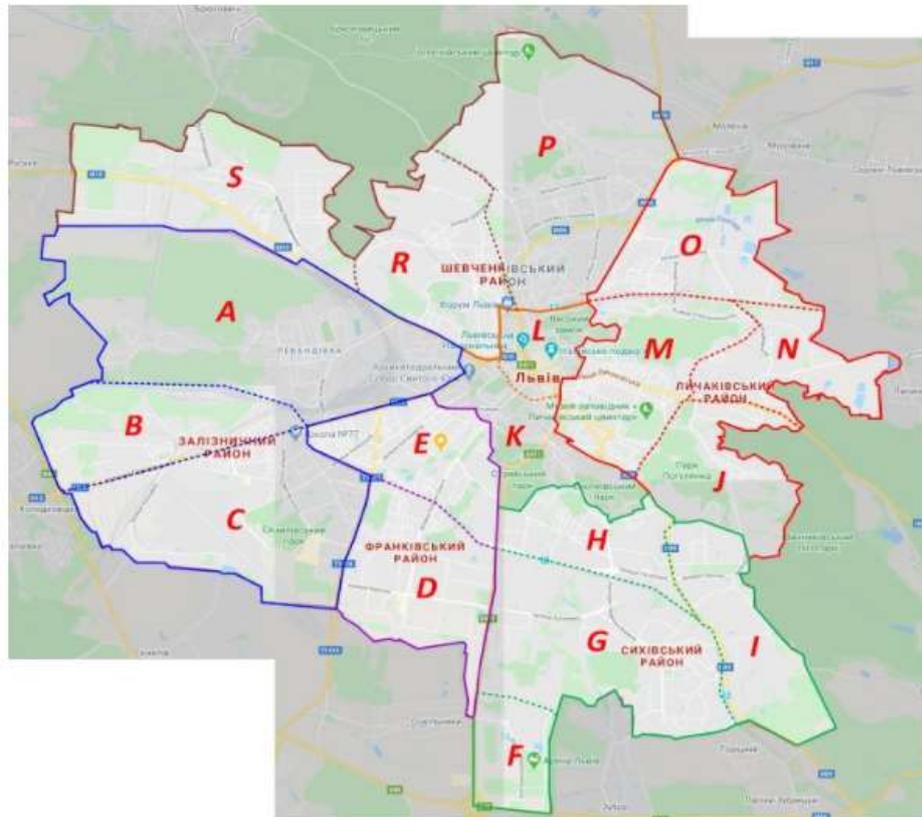
| Запитання | Варіанти відповіді |
|---|---|
| 1 | 2 |
| Ваш вік | |
| Ваша стать | |
| Вид зайнятості | учень |
| | студент ВНЗ |
| | працюючий |
| | непрацюючий |
| | пенсіонер |
| Дайте, будь ласка, кілька відповідей щодо Вашої останньої поїздки з робочою метою (якщо така була протягом останнього місяця) | |
| Напрямок поїздки | дім - робота |
| | робота - дім |
| | інше - робота |
| Час виконання поїздки | робочий день (понеділок - п'ятниця) |
| | вихідний день (субота, неділя або державні вихідні) |
| Період початку поїздки | 00:00-01:00 год |
| | 01:00-02:00 год |
| | 02:00-03:00 год |
| | |
| | 23:00-24:00 год |

Продовження табл. А1

| 1 | 2 |
|--|--|
| Вкажіть вид транспорту, який Ви використовували для поїздки | автобус |
| | тролейбус |
| | трамвай |
| | оператор таксі |
| | агрегатор таксі (наприклад, Uklon, Uber, Bolt) |
| | особистий автомобіль |
| | велосипед, рух пішки |
| | спільна поїздка приватним автомобілем |
| | відомчий транспорт |
| Якою була тривалість Вашої поїздки | до 10 хв |
| | 10 - 20 хв |
| | 20 - 30 хв |
| | 30 - 40 хв |
| | 40 - 50 хв |
| | 50 - 60 хв |
| | більше 60 хв |
| Чи були у Вас альтернативи (окрім обраного Вами варіанту виду транспорту) для виконання поїздки? Якщо так, вкажіть, які саме. Можливі кілька варіантів відповідей. | не було |
| | автобус |
| | тролейбус |
| | трамвай |
| | оператор чи агрегатор таксі |
| | особистий автомобіль |
| | велосипед, рух пішки |
| | спільна поїздка приватним автомобілем |
| | відомчий транспорт |

Продовження табл. А1

| | |
|--|----------------------------|
| Як часто Ви виконуєте такі поїздки | кілька разів на тиждень |
| | кілька разів на місяць |
| | один раз на кілька місяців |
| Вкажіть район початку Вашої поїздки | Рис. 1 |
| Вкажіть район закінчення Вашої поїздки | |
| Дайте, будь ласка, кілька відповідей щодо Вашої останньої поїздки з навчальною метою (якщо така була протягом останнього місяця) | |
| | |
| Дайте, будь ласка, кілька відповідей щодо Вашої останньої поїздки з метою покупок (якщо така була протягом останнього місяця - двох) | |
| | |
| Дайте, будь ласка, кілька відповідей щодо Вашої останньої поїздки з метою відпочинку, розваг тощо (якщо така була протягом останнього місяця-двох) | |
| | |
| Дайте, будь ласка, кілька відповідей щодо Вашої останньої поїздки в транспортний вузол (на вокзал, автостанцію чи в аеропорт) | |
| | |



- Залізничний район, зона А
- Залізничний район, зона В
- Залізничний район, зона С
- Франківський район, зона D
- Франківський район, зона E
- Сихівський район, зона F
- Сихівський район, зона G
- Сихівський район, зона H
- Сихівський район, зона I
- Галицький район, зона K
- Галицький район, зона L
- Личаківський район, зона J
- Личаківський район, зона M
- Личаківський район, зона N
- Личаківський район, зона O
- Шевченківський район, зона P
- Шевченківський район, зона R
- Шевченківський район, зона S
- Приміська зона, в'їзд з вул. Стрийська
- Приміська зона, в'їзд з вул. Кульпарківська
- Приміська зона, в'їзд з вул. Городоцька
- Приміська зона, в'їзд з вул. Шевченка
- Приміська зона, в'їзд з вул. Хмельницького
- Приміська зона, в'їзд з вул. Личаківська
- Приміська зона, в'їзд з вул. Зелена

Рис. А1. Поділ території на райони для опитувальника

Додаток Б

Таблиця Б1

Оціночні параметри коефіцієнтів МЛМ вибору виду транспорту для міжміських переміщень студентами

| Показник | Значення коефіцієнта β | Асимптотична значимість p | Стандартна похибка |
|--|---------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Напрямки з основною часткою маршрутів довжиною від 100 до 200 км | | | |
| Константа для використання залізничного транспорту при міжміських поїздках | -4,24 | 0,003 | 1,3 |
| Напрямок руху | 2,14 | 0,03 | 0,99 |
| Тривалість подорожі | 2,56 | <0,001 | 0,36 |
| Вартість подорожі | -1,59 | <0,001 | 0,39 |
| Константа для використання автобусного транспорту при міжміських поїздках | -2,12 | <0,001 | 0,27 |
| Напрямок руху | 2,87 | <0,001 | 0,32 |
| Тривалість подорожі | 1,87 | 0,001 | 0,87 |
| Вартість подорожі | -2,16 | 0,02 | 1,16 |

Продовження табл. Б1

| Напрямки з основною часткою маршрутів довжиною від 200 км | | | |
|--|-------|--------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Константа для використання залізничного транспорту при міжміських поїздках | 3,1 | 0,02 | 2,6 |
| Напрямок руху | -0,05 | 0,09 | 1,1 |
| Тривалість подорожі | 1,87 | <0,001 | 0,31 |
| Вартість подорожі | -0,98 | 0,001 | 0,3 |
| Константа для використання автобусного транспорту при міжміських поїздках | 2,58 | 0,04 | 1,9 |
| Напрямок руху | 0,03 | <0,001 | 0,61 |
| Тривалість подорожі | 1,13 | 0,004 | 0,7 |
| Вартість подорожі | -1,16 | 0,007 | 1,12 |

Таблиця Б2

Оціночні параметри коефіцієнтів МЛМ вибору виду транспорту для міжміських переміщень працездатним населенням

| Показник | Значення коефіцієнта β | Асимптотична значимість p | Стандартна похибка |
|--|---------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Напрямки з основною часткою маршрутів довжиною до 100 км | | | |
| Константа для використання залізничного транспорту при міжміських поїздках | -3,6 | 0,001 | 1,11 |
| Напрямок руху | 6,15 | 0,02 | 1,3 |
| Тривалість подорожі | -2,26 | <0,001 | 0,64 |
| Вартість подорожі | -0,16 | <0,001 | 0,23 |
| Часовий період відправки | 1,36 | 0,001 | 0,37 |
| Константа для використання автобусного транспорту при міжміських поїздках | -2,01 | 0,002 | 1,08 |
| Напрямок руху | 5,98 | <0,001 | 0,67 |
| Тривалість подорожі | -1,8 | <0,001 | 0,44 |
| Вартість подорожі | -0,31 | 0,04 | 1,23 |
| Часовий період відправки | 0,36 | <0,001 | 0,71 |

Продовження табл. Б2

| Напрямки з основною часткою маршрутів довжиною від 100 до 200 км | | | |
|---|-------|--------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Константа для використання залізничного транспорту при міжміських поїздах | -3,9 | <0,001 | 0,15 |
| Напрямок руху | 3,64 | <0,001 | 0,34 |
| Тривалість подорожі | 2,18 | 0,007 | 1,08 |
| Вартість подорожі | -1,6 | <0,001 | 0,61 |
| Часовий період відправки | 2,3 | 0,006 | 1,12 |
| Константа для використання автобусного транспорту при міжміських поїздах | -2,43 | 0,01 | 1,34 |
| Напрямок руху | 3,34 | <0,001 | 0,65 |
| Тривалість подорожі | 1,95 | <0,001 | 0,55 |
| Вартість подорожі | -1,4 | <0,001 | 0,37 |
| Часовий період відправки | 0,84 | 0,005 | 1,16 |
| Напрямки з основною часткою маршрутів довжиною від 200 км | | | |
| Константа для використання залізничного транспорту при міжміських поїздах | -3,61 | 0,03 | 1,24 |

Продовження табл. Б2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|----------|----------|----------|
| Напрямок руху | 9,24 | <0,001 | 0,41 |
| Тривалість подорожі | -2,26 | 0,08 | 1,45 |
| Вартість подорожі | -0,16 | <0,001 | 0,64 |
| Часовий період відправки | 1,34 | <0,001 | 0,47 |
| Константа для використання автобусного транспорту при міжміських поїздках | 3,2 | <0,001 | 0,74 |
| Напрямок руху | 5,89 | 0,04 | 1,33 |
| Тривалість подорожі | -1,74 | 0,009 | 0,97 |
| Вартість подорожі | -0,29 | <0,001 | 0,58 |
| Часовий період відправки | 1,2 | <0,001 | 0,49 |

Додаток В

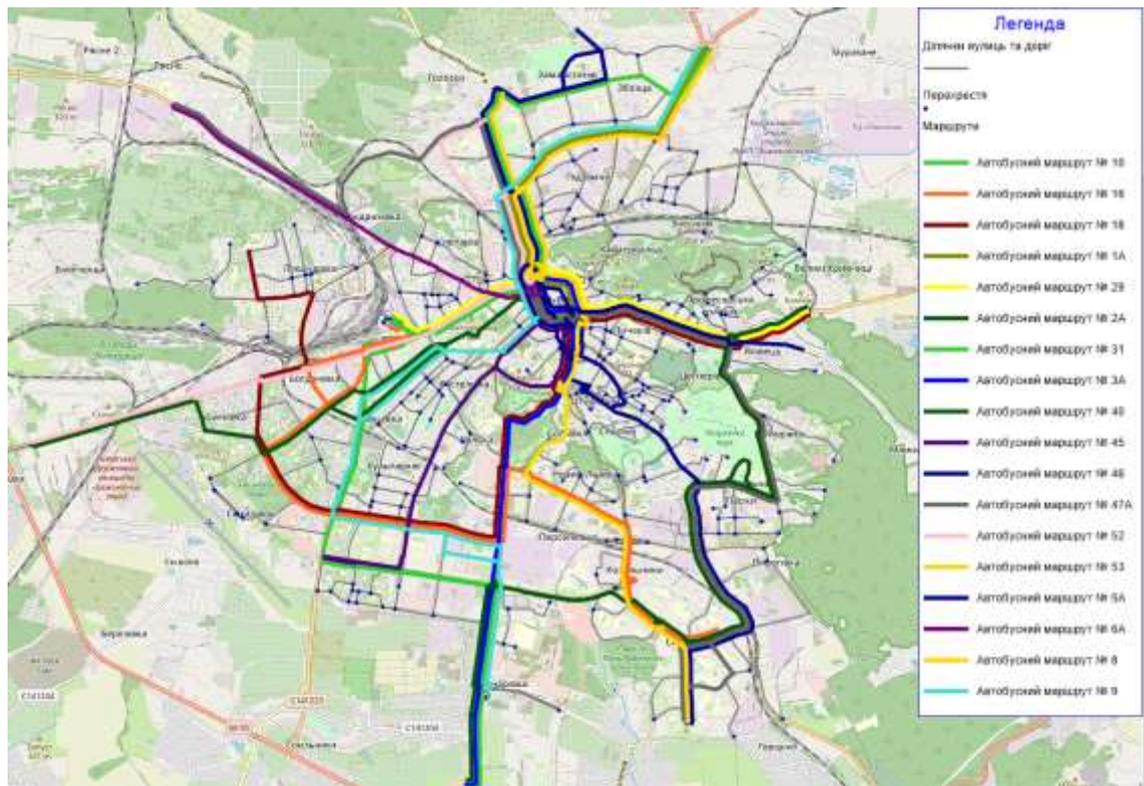


Рис. В1. Схема руху маршрутів ГПТ, які обслуговуються автобусами великої вмістимості

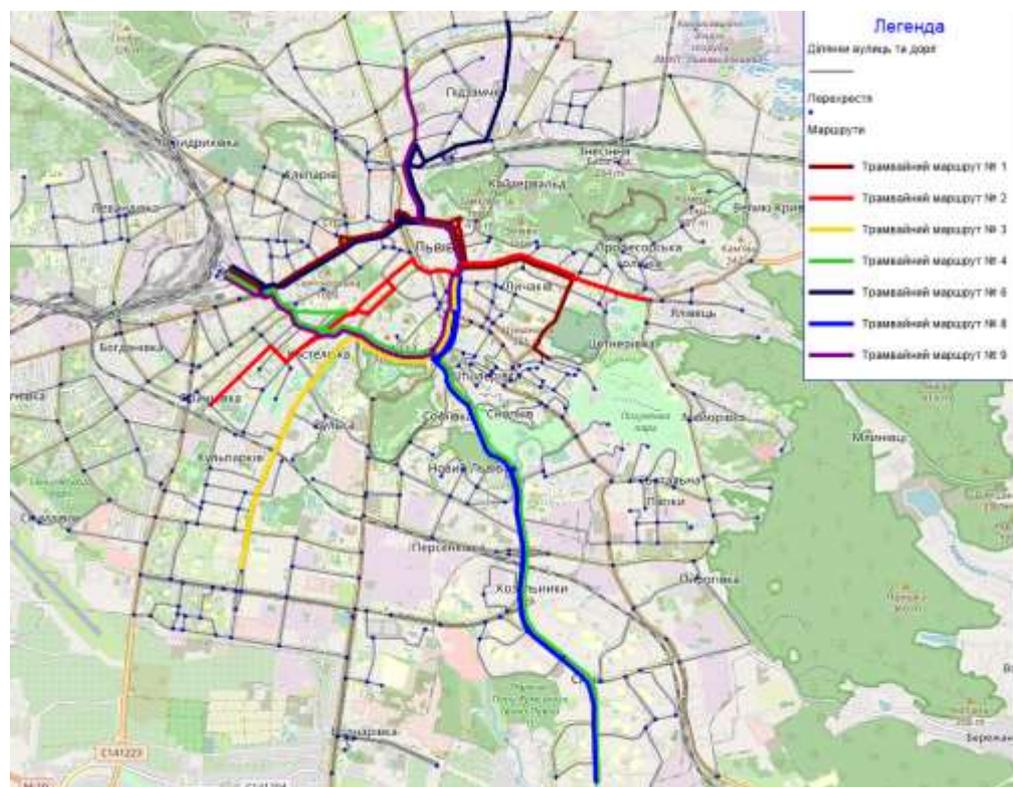


Рис. В2. Схема руху трамвайних маршрутів ГПТ

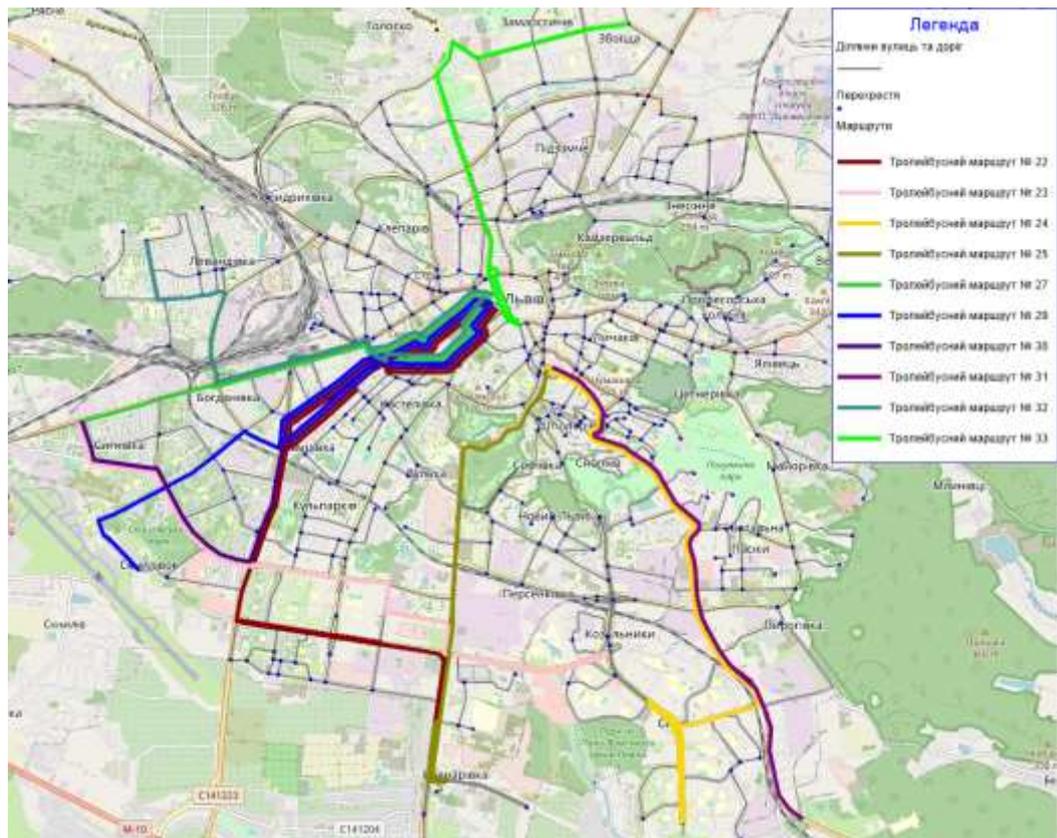


Рис. В3. Схема руху тролейбусних маршрутів ГПТ

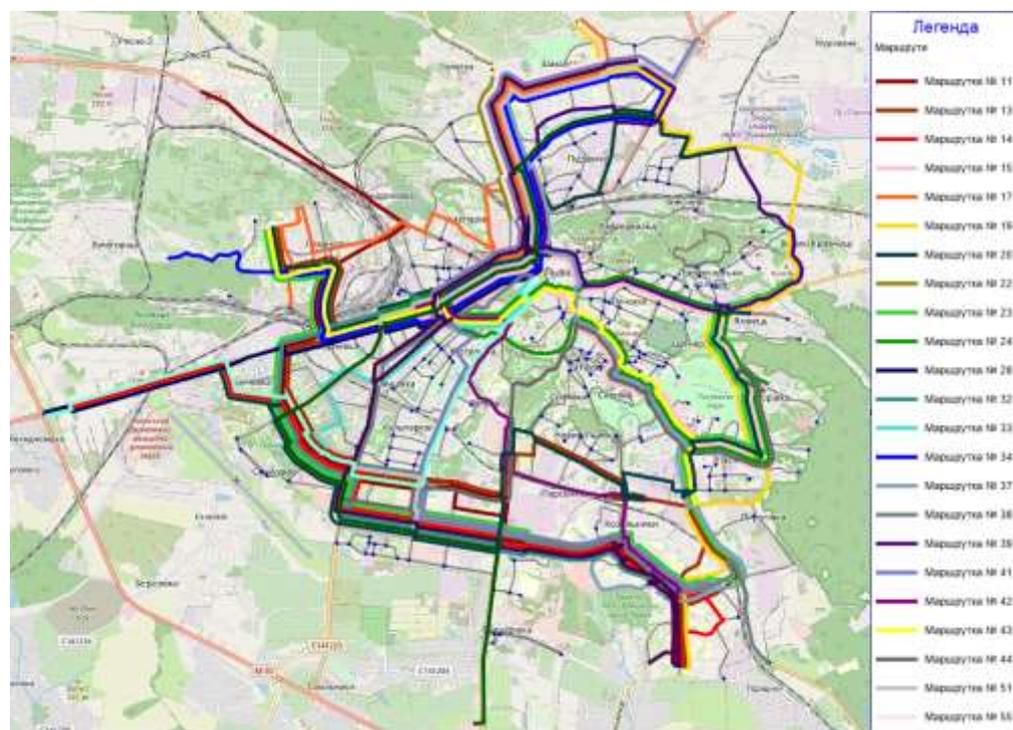


Рис. В4. Схема руху маршрутів ГПТ, які обслуговуються автобусами середньої вмістимості

Додаток Г

Таблиця Г1

Маршрути громадського пасажирського транспорту, що проходять через транспортні райони Львова

| № ТР | Назва транспортного району | Маршрути, що проходять через транспортний район | | | |
|----------|----------------------------------|---|----------|-----------------|--|
| | | автобуси великої вмістимості | трамваї | тролейбуси | автобуси середньої вмістимості |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Сихівський | 46, 47А, 53, 16, 40 | 4, 8 | 24, 31, 23 | 32, 19, 42, 13, 7, 11, 14, 38, 37, 23, 41 |
| 2 | Знесіння | 5А, 18, 29, 40 | 1, 2 | | 27, 23, 19, 39 |
| 3 | Погулянка | | | | 43, 15, 44, 24 |
| 4 | Хмельницького | 9, 53, 31, 1А | | | 56, 19, 39, 41, 34, 51, 7, 20, 25, 28 |
| 5 | 700-річчя | 31, 47А, 46, 8, 8А, 52 | 6, 9 | 33 | 37, 34, 41, 51, 17, 22, 7, 55 |
| 6 | Янівський | 47А | | | 17 |
| 7 | Рясне | 47А, 6А | | | 11 |
| 8 | Левандівка | 18 | | 32 | 13, 17, 20, 23, 34, 43 |
| 9 | Конюшинна | 2А, 52 | | | 14, 21, 28 |
| 10 | Боднарівка | 3А, 9, 10, 40 | | 22, 23, 25, 23А | 7, 11, 14, 23, 25, 32, 38, 41, |
| 11 | Кульпарків | 9, 16, 18, 45 | 3 | 23, 23А | 11, 13, 21, 38, 41, 44, 51 |
| 12 | Сигнівка | 2А, 52, 16, 18 | | 23, 23А, 29, 30 | 11, 13, 14, 21, 23, 25, 27, 28, 32, 33, 51 |

Продовження табл. Г1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------|-----------------------------------|--|---------------|----------------|--|
| 13 | Стрийський парк | 3А, 16, 18, 5, 53 | 3, 4, 8, 9 | 25 | 13, 24, 27, 42, 43, 44 |
| 14 | Центр | 1А, 3А, 5А, 6А, 9, 18, 29, 31, 45, 46, 47а, 52, 53 | 1, 2, 6, 9 | 33 | 7, 15, 17, 20, 24, 25, 28, 34, 37, 39, 41, 43, 51 |
| 15 | Високий замок | 1А, 3А, 5А, 6А, 8, 8А, 9, 29, 31, 46, 47а, 52, 53 | 1, 6, 9 | 33 | 7, 15, 17, 20, 22, 25, 28, 34, 37, 39, 41, 51, 55 |
| 16 | Цитадель | 1А, 3А, 5А, 6А, 9, 18, 45, 46, 47А, 53 | 2, 3, 4, 8, 9 | 24, 25,31 | 15, 21, 24, 37, 43, 44 |
| 17 | Університетський | 2А, 6А, 9, 26, 29, 31, 45, 52 | 1, 2, 4, 6, 9 | 22, 29, 30, 32 | 7, 15, 20, 21, 24, 25, 28, 33, 34, 38, 41, 42, 43, 51 |
| 18 | Кастелівка | 9 | 2, 3, 4, 9 | | 24, 41, 42 |
| 19 | Героїв УПА | 2А, 6А, 9, 10, 16, 52 | 2 | 22, 29, 30, 32 | 7, 15, 20, 24, 25, 28, 32, 33, 34, 38, 41, 42, 43, 51 |
| 20 | Головний залізничний вокзал | 10, 16, 29, 31 | 1, 4, 6, 9 | | 32 |

Додаток Д

Таблиця Д1

Матриця зв'язків між транспортними районами маршрутами автобусів великої вмістимості

| Номер ТР | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------|------------|----|---|----|------------|-----|-----|----|----|----|----|-----------|-----------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------|----|-----------|----|
| 1 | | 40 | | 53 | 46, 47A | 47A | 47A | | | 40 | 16 | 16 | 16, 53 | 46, 47A, 53 | 46, 47A, 53 | 46, 47A, 53 | | | 16 | 16 |
| 2 | 40 | | | | | | | 18 | | 40 | | 18 | 18 | 5A, 18, 29 | 5A | 5A, 18 | 29 | | | 29 |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 53 | | | | 31 | | | | | | 9 | | 53 | 1A, 9, 31, 53 | 1A, 9, 31, 53 | 1A, 9, 53 | 9, 31 | 9 | 9 | 31 |
| 5 | 46, 47A | | | 31 | | 47A | 47A | | 52 | | | 52 | | 31, 46, 47A, 52 | 8, 8A, 31, 46, 47A, 52 | 46, 47A | 31 | | 52 | 31 |
| 6 | 47A | | | | 47A | | 47A | | | | | | | 47A | 47A | 47A | | | | |
| 7 | 47A | | | | 47A | 47A | | | | | | | | 6A, 47A | 6A, 47A | 6A, 47A | 6A | | 6A | |
| 8 | | 18 | | | | | | | | | 18 | 18 | 18 | 18 | | 18 | | | | |
| 9 | | | | | 52 | | | | | | | 2A, 52 | | 52 | 52 | | 2A, 52 | | 2A, 52 | |
| 10 | 40 | 40 | | | | | | | | | 9 | | 3A | 3A, 9 | 3A, 10 | 3A, 11 | 9 | 9 | 9, 10 | 10 |
| 11 | 16 | | | 9 | | | | 18 | | 9 | | 16, 18 | 16, 18 | 9, 45 | 9 | 9,18, 45 | 9, 45 | 9 | 16 | 16 |

Продовження табл. Д1

| Номер ТР | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------|-------------------|------------------|---|------------------------|---------------------------------------|-----|------------|----|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|--|--|---|--------------------------------------|----|------------------|-----------|
| 12 | 16 | 18 | | | 52 | | | 18 | 2А, 52 | | 16, 18 | | 16, 18 | 18, 52 | 52 | 18 | 2А, 52 | | 2А, 16, 52 | 16 |
| 13 | 16, 53 | 18 | | 53 | | | | 18 | | 3А | 16, 18 | 16, 18 | | 3А, 18, 53 | 3А, 53 | 3А, 18, 53 | | | 16 | 16 |
| 14 | 46, 47А, 53 | 5А, 18, 29 | | 1А, 9, 31, 53 | 31, 46, 47А, 52 | 47А | 6А, 47А | 18 | 52 | 3А, 9 | 9, 45 | 18, 52 | 3А, 18, 53 | | 1А, 3А, 5А, 6А, 9, 29, 31, 46, 47А, 52, 53 | 1А, 3А, 5А, 6А, 9, 18, 45, 46, 47А, 53 | 6А, 9, 29, 31, 45, 52 | 9 | 6А, 9, 52 | 39, 31 |
| 15 | 46, 47А, 53 | 5А | | 1А, 9, 31, 53 | 8, 8А, 31, 46, 47А, 52 | 47А | 6А, 47А | | 52 | 3А, 10 | 9 | 52 | 3А, 53 | 1А, 3А, 5А, 6А, 9, 29, 31, 46, 47А, 52, 53 | | 1А, 3А, 5А, 6А, 9, 46, 47А, 53 | 6А, 9, 29, 31, 52 | 9 | 6А, 9, 52 | 29, 31 |

Продовження табл. Д1

| Номер ТР | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------|-------------------|-----------|---|--------------|------------|-----|------------|----|-----------|-----------|-------------|------------------|------------------|---|---|--------------|---------------------|----|---------------------|-----------|
| 16 | 46, 47A, 53 | 5A, 18 | | 1A, 9, 53 | 46, 47A | 47A | 6A, 47A | 18 | | 3A, 11 | 9,18, 45 | 18 | 3A, 18, 53 | 1A, 3A, 5A, 6A, 9, 18, 45, 46, 47A, 53 | 1A, 3A, 5A, 6A, 9, 46, 47A, 53 | | 6A, 9, 45 | 9 | 6A, 9 | |
| 17 | | 29 | | 9, 31 | 31 | | 6A | | 2A, 52 | 9 | 9, 45 | 2A, 52 | | 6A, 9, 29, 31, 45, 52 | 6A, 9, 29, 31, 52 | 6A, 9, 45 | | 9 | 2A, 6A, 9, 52 | 29, 31 |
| 18 | | | | 9 | | | | | | 9 | 9 | | | 9 | 9 | 9 | 9 | | 9 | |
| 19 | 16 | | | 9 | 52 | | 6A | | 2A, 52 | 9, 10 | 16 | 2A, 16, 52 | 16 | 6A, 9, 52 | 6A, 9, 52 | 6A, 9 | 2A, 6A, 9, 52 | 9 | | 10, 16 |
| 20 | 16 | 29 | | 31 | 31 | | | | | 10 | 16 | 16 | 16 | 39, 31 | 29, 31 | | 29, 31 | | 10, 16 | |

Таблиця Д2

Матриця зв'язків між транспортними районами трамвайними маршрутами

| Номер ТР | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----------|------|------|---|---|------|---|---|---|---|----|----|----|---------------|--------------|------------|---------------|---------------|---------------|----|---------------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | 4, 8 | | | 4, 8 | 4 | 4 | | 4 |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | 1, 2 | 1 | 2 | 1,2 | 2 | 2 | 1 |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | 9 | 6,9 | 6, 9 | 9 | 6, 9 | 9 | | 6, 9 |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | 3 | | | 3 | | 3 | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 4, 8 | | | | 9 | | | | | | 3 | | | 9 | 9 | 3, 4, 8, 9 | 4, 9 | 3, 4, 9 | | 4, 9 |
| 14 | | 1, 2 | | | 6,9 | | | | | | | | 9 | | 1, 6, 9 | 2, 9 | 1,2, 6, 9 | 2, 9 | 2 | 1, 6, 9 |
| 15 | | 1 | | | 6, 9 | | | | | | | | 9 | 1, 6, 9 | | 9 | 1, 6, 9 | 9 | | 6, 9 |
| 16 | 4, 8 | 2 | | | 9 | | | | | | 3 | | 3, 4, 8, 9 | 2, 9 | 9 | | 2, 4, 9 | 2, 3, 4, 9 | 2 | 4, 9 |
| 17 | 4 | 1,2 | | | 6, 9 | | | | | | | | 4, 9 | 1,2, 6, 9 | 1, 6, 9 | 2, 4, 9 | | 2, 4, 9 | 2 | 1, 4, 6, 9 |
| 18 | 4 | 2 | | | 9 | | | | | | 3 | | 3, 4, 9 | 2, 9 | 9 | 2, 3, 4, 9 | 2, 4, 9 | | 2 | 4, 9 |
| 19 | | 2 | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 | 2 | 2 | | |
| 20 | 4 | 1 | | | 6, 9 | | | | | | | | 4, 9 | 1, 6, 9 | 6, 9 | 4, 9 | 1, 4, 6, 9 | 4, 9 | | |

Таблиця Д4

Матриця зв'язків між транспортними районами маршрутами автобусів середньої вмістимості

| Номер ТР | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------|-----------------|-----------|----|------------------------|------------------------|----|----|-----------|----|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------|------------------|---|--|-------------------------|--------------------------------------|-----------|--------------------------------|----|
| 1 | | 19, 23 | | 7, 19, 41 | 7, 37, 41 | | 11 | 23 | 14 | 7, 11, 14, 2332, 38, 41 | 11, 1338, 41 | 11, 13, 14, 23, 32 | 13, 42 | 7, 37, 41 | 7, 37, 41 | 37 | 7, 38, 41, 42 | 41, 42 | 7, 32, 38, 41, 42 | 32 |
| 2 | 19, 23 | | | 39 | | | | 23 | | 23 | | 23, 27 | 27 | 39 | 39 | | | | | |
| 3 | | | | | | | | 43 | | | 44 | | 25, 43, 44 | 15, 24, 43 | 15 | 15, 24, 43, 44 | 15, 24, 43 | 24 | 15,24, 43 | |
| 4 | 7, 19, 41 | 39 | | | 7, 34, 41, 51 | | | 23, 34 | 28 | 7, 25, 41 | 41 | 25, 28, 51 | | 7, 20, 25, 28, 34, 39, 41 | 7, 20, 25, 28, 34, 39, 41, 51 | | 7, 20, 25, 28, 34, 41 | 41 | 7, 20, 28, 34, 41, 51 | |
| 5 | 7, 37, 41 | | | 7, 34, 41, 51 | | 17 | | 17, 34 | | 41 | 41, 51 | 51 | | 7, 34, 37, 41, 51 | 7, 17, 22, 34, 37, 41, 51 | | 37 | 41 | 7, 34, 41, 51 | |
| 6 | | | | | 17 | | | 17 | | | | | | 17 | 17 | | | | | |
| 7 | 11 | | | | | | | | | 11 | 11 | 11 | | | | | | | | |
| 8 | 23 | 23 | 43 | 23, 34 | 17, 34 | 17 | | | | 23 | 13 | 13, 23 | 13, 43 | 17, 20, 43 | 17, 20, 34 | 43 | 20, 34, 43 | | 20, 34, 43 | |

Продовження табл. Д4

| Номер ТР | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------|-------------------------------------|-----------|------------------|---|-------------------------------|----|----|------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------|------------------|--|-------------------------|---|-----------|--|----|
| 9 | 14 | | | 28 | | | | | | 14 | 21 | 14, 21, 28 | | 28 | 28 | 21 | 21, 28 | | 28 | |
| 10 | 7, 11, 14, 2332, 38, 41 | 23 | | 7, 25, 41 | 41 | | 11 | 23 | 14 | | 11, 41 | 11, 14, 23, 25, 32 | | 25, 41 | 7,25, 41 | | 7, 25, 38, 41 | 41 | 25, 32, 38, 41 | 32 |
| 11 | 11, 1338, 41 | | 44 | 41 | 41, 51 | | 11 | 13 | 21 | 11, 41 | | 11, 13, 21, 51 | 13, 44 | 41,51 | 41, 55 | 21, 44 | 21, 38, 41, 51 | 41 | 38, 41, 51 | |
| 12 | 11, 13, 14, 23, 32 | 23, 27 | | 25, 28, 51 | 51 | | 11 | 13, 23 | 14, 21, 28 | 11, 14, 23, 25, 32 | 11, 13, 21, 51 | | 13, 27 | 25, 28, 51 | 25, 28, 51 | 21 | 21, 25, 28, 33, 51 | | 25, 28, 32, 33, 51 | 32 |
| 13 | 13, 42 | 27 | 25 ,43, 44 | | | | | 13, 43 | | | 13, 44 | 13, 27 | | 24, 43 | | 24, 43, 44 | 24, 42, 43 | 24, 42 | 24, 42, 43 | |
| 14 | 7, 37, 41 | 39 | 15, 24, 43 | 7, 20, 25, 28, 34, 39, 41 | 7, 34, 37, 41, 51 | 17 | | 17, 20, 43 | 28 | 25, 41 | 41,51 | 25, 28, 51 | 24, 43 | | 7, 15, 17, 2025, 28, 34, 37, 39, 41 | 15, 24, 37, 43 | 15, 24, 25, 28, 34, 41, 43, 51 | 24,41 | 7, 15, 20, 24, 25, 28, 34, 41, 43, 51 | |

Продовження табл. Д4

| Номер ТР | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------|---------------------|----|----------------------|--|---|----|---|------------------|-----------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------|--|------------------------------------|-------------------------|---|------------------|---|----|
| 15 | 7, 37, 41 | 39 | 15 | 7, 20, 25, 28, 34, 39, 41, 51 | 7, 17, 22, 34, 37, 41, 51 | 17 | | 17, 20, 34 | 28 | 7,25, 41 | 41, 55 | 25, 28, 51 | | 7, 15, 17, 2025, 28, 34, 37, 39, 41 | | 15, 37 | 7, 15, 20, 25, 28, 34, 41 | 41 | 7, 15, 20, 25, 28, 34, 41, 51 | |
| 16 | 37 | | 15, 24, 43, 44 | | | | | 43 | 21 | | 21, 44 | 21 | 24, 43, 44 | 15, 24, 37, 43 | 15, 37 | | 15, 21, 24, 43 | 24 | 15, 24, 43 | |
| 17 | 7, 38, 41, 42 | | 15, 24, 43 | 7, 20, 25, 28, 34, 41 | 37 | | | 20, 34, 43 | 21, 28 | 7, 25, 38, 41 | 21, 38, 41, 51 | 21, 25, 28, 33, 51 | 24, 42, 43 | 15, 24, 25, 28, 34, 41, 43, 51 | 7, 15, 20, 25, 28, 34, 41 | 15, 21, 24, 43 | | 24, 41, 42 | 7, 15, 20, 24, 25, 28, 33, 34, 38, 41, 42, 43, 51 | |
| 18 | 41, 42 | | 24 | 41 | 41 | | | | | 41 | 41 | | 24, 42 | 24,41 | 41 | 24 | 24, 41, 42 | | 41, 42 | |

Додаток Е

Таблиця Е1

Характеристика основних пунктів генерації студентських
пасажиропотоків

| № п.п. | Назва | Кількість місць проживання, осіб |
|--------|---|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Гуртожиток МВПУ АТБ (Міжрегіонального вищого професійного училища автомобільного транспорту та будівництва) | 200 |
| 2 | Гуртожиток ЛПК РСiТ (Львівського професійного коледжу готельно-туристичного та ресторанного сервісу) | 420 |
| 3 | Гуртожиток Коледжу телекомунікацій та комп'ютерних технологій | 546 |
| 4 | Гуртожиток НУ ЛП (НУ «Львівська політехніка») № 15 | 576 |
| 5 | Гуртожиток НУ ЛП № 14 | 576 |
| 6 | Гуртожиток НУ ЛП № 12 | 437 |
| 7 | Гуртожиток НУ ЛП № 11 | 864 |
| 8 | Гуртожиток НУ ЛП № 5 | 671 |
| 9 | Гуртожиток НУ ЛП № 10 | 1104 |
| 10 | Гуртожиток НУ ЛП № 1 | 344 |
| 11 | Гуртожиток НУ ЛП № 7 | 294 |
| 12 | Гуртожиток НУ ЛП № 9 | 330 |
| 13 | Гуртожиток НУ ЛП № 8 | 1000 |
| 14 | Гуртожиток НУ ЛП № 3 | 480 |
| 15 | Гуртожиток НУ ЛП № 4 | 505 |
| 16 | Гуртожиток ЛНУ № 3 | 566 |
| 17 | Гуртожиток ЛНУ ім. І.Франка № 2 | 566 |
| 18 | Гуртожиток ЛНУ ім. І.Франка № 4 | 566 |
| 19 | Гуртожиток ЛНУ ім. І.Франка № 5 | 566 |
| 20 | Гуртожиток ЛНУ ім. І.Франка № 6 | 566 |
| 21 | Гуртожиток ЛНУ ім. І.Франка № 8 | 566 |
| 22 | Гуртожиток ЛНУ ім. І.Франка № 7 | 500 |
| 23 | Гуртожиток ЛТЕУ (Львівського торговельно-економічного університету) № 3 | 360 |
| 24 | Гуртожиток ЛКА (Львівської комерційної академії) № 4 | 420 |
| 25 | Гуртожиток ЛКТІ (Львівського коледжу транспортної інфраструктури) № 2 | 380 |

Продовження табл. Е1

| 1 | 2 | 3 |
|----|--|-----|
| 26 | Гуртожиток ЛКА № 2 | 400 |
| 27 | Гуртожиток Львівської академії мистецтв | 410 |
| 28 | Гуртожиток Коледжу будівництва, архітектури та дизайну | 330 |
| 29 | Гуртожиток ЛКТИ № 1 | 500 |
| 30 | Гуртожиток Львівського коледжу індустрії моди | 420 |
| 31 | Гуртожиток Львівської національної музичної академії | 300 |
| 32 | Гуртожиток Львівського ВПТУ | 450 |
| 33 | Гуртожиток ЛНМУ (Львівського національного медичного університету) №1 | 390 |
| 34 | Гуртожиток ЛНМУ №4 | 390 |
| 35 | Гуртожиток ЛНМУ №5 | 390 |
| 36 | Гуртожиток ЛНМУ №7 | 390 |
| 37 | Гуртожиток ЛНМУ №8 | 390 |
| 38 | Гуртожиток Автодорожнього коледжу | 410 |
| 39 | Гуртожиток ЛНМУ №3 | 400 |
| 40 | Гуртожиток ЛНМУ №6 | 390 |
| 41 | Гуртожиток ЛНМУ №9 | 390 |
| 42 | Гуртожиток ЛНУ ВМБ (Львівського НУ ветеринарної медицини та біотехнологій) № 1 | 450 |
| 43 | Гуртожиток ЛНУ ВМБ № 4 | 480 |
| 44 | Гуртожиток ЛНУ ВМБ № 3 | 450 |
| 45 | Гуртожиток ЛНУ ім. І.Франка № 1 | 566 |
| 46 | Гуртожиток Львівського інституту економіки та туризму | 450 |
| 47 | Гуртожиток ЛНТУУ (Львівського національного лісотехнічного університету України) № 1 | 450 |
| 48 | Гуртожиток ЛНТУУ № 2 | 500 |
| 49 | Гуртожиток ЛНТУУ № 3 | 480 |
| 50 | Гуртожиток ЛНТУУ № 4 | 470 |

Додаток Ж

Таблиця Ж1

Характеристика основних пунктів тяжіння для поїздок з навчальною метою

| № п.п. | Назва точки тяжіння | Кількість місць навчання |
|----------|----------------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | СЗШ №92 | 150 |
| 2 | СЗШ № 94 | 150 |
| 3 | СЗШ № 38 | 150 |
| 4 | ВПУ № 63 | 150 |
| 5 | СЗШ №67 | 150 |
| 6 | Училище зал.транспорту | 200 |
| 7 | ВПУ № 20 | 100 |
| 8 | Гімназія «Гроно» | 100 |
| 9 | Художний ліцей | 80 |
| 10 | Гуртожиток ліцею комп.технологій | 10 |
| 11 | Вечірня школа № 17 | 20 |
| 12 | Класична гімназія | 150 |
| 13 | ЗОШ «Світанок» | 150 |
| 14 | СЗШ № 18 | 150 |
| 15 | Технологічний коледж | 150 |
| 16 | СЗШ № 40 | 150 |
| 17 | Гімназія «Євшан» | 150 |
| 18 | Ліцей № 75 | 150 |
| 19 | Ліцей № 15 | 150 |
| 20 | Фізмат ліцей | 150 |
| 21 | СЗШ № 77 | 150 |
| 22 | Школа мистецтв | 40 |
| 23 | СЗШ № 68 | 150 |

Продовження табл. Ж1

| 1 | 2 | 3 |
|----|-------------------------------|-----|
| 24 | СЗШ № 31 | 150 |
| 25 | Геотехнічний інститут | 50 |
| 26 | Лицей ім. Симоненка | 150 |
| 27 | Лицей № 46 | 150 |
| 28 | СЗШ № 66 | 150 |
| 29 | Школа «Надія» | 150 |
| 30 | СЗШ № 36 | 150 |
| 31 | СЗШ № 2 | 150 |
| 32 | Технологічний коледж | 200 |
| 33 | Лицей ім. Пулюя | 150 |
| 34 | Школа радості | 100 |
| 35 | Будинок творчості | 60 |
| 36 | Коледж харчової промисловості | 200 |
| 37 | Лицей № 45 | 150 |
| 38 | Наукові інститути | 200 |
| 39 | Школа № 48 | 150 |
| 40 | СЗШ № 32 | 150 |
| 41 | СЗШ № 13 | 150 |
| 42 | Школа «Дивосвіт» | 150 |
| 43 | СЗШ № 98 | 150 |
| 44 | СЗШ № 93 | 150 |
| 45 | Школа народних мистецтв | 50 |
| 46 | СЗШ № 90 | 150 |
| 47 | СЗШ № 84 | 150 |
| 48 | Гімназія ім. А. Шептицького | 150 |
| 49 | Школа «Первоцвіт» | 150 |
| 50 | Гімназія Братів Ізраїлю | 150 |

Продовження табл. Ж1

| 1 | 2 | 3 |
|----|--------------------------------------|------|
| 51 | Сихівська гімназія № 89 | 150 |
| 52 | СЗШ № 25 | 150 |
| 53 | СЗШ № 72 | 150 |
| 54 | СЗШ № 95 | 150 |
| 55 | СЗШ № 1 | 150 |
| 56 | Економічний коледж | 120 |
| 57 | СЗШ № 82 | 150 |
| 58 | СЗШ № 96 | 150 |
| 59 | Профтехліцей | 150 |
| 60 | ВПУ дизайну та будівництва | 150 |
| 61 | Технічний коледж | 150 |
| 62 | СЗШ № 42 | 150 |
| 63 | Художня школа | 50 |
| 64 | Бізнес-школа УКУ | 120 |
| 65 | Школа КМДШ | 100 |
| 66 | Львівська духовна семінарія | 800 |
| 67 | Центр науково-технічної творчості | 90 |
| 68 | Українська приватна гімназія | 150 |
| 69 | Школа-інтернат незрячих дітей | 150 |
| 70 | Українська академія дизайну | 500 |
| 71 | УКУ | 600 |
| 72 | Інститут фізики конденсованих систем | 60 |
| 73 | Інститут сухопутних військ | 300 |
| 74 | СЗШ № 50 | 150 |
| 75 | Будинок дитини | 100 |
| 76 | Спортивна школа | 120 |
| 77 | Лісотехнічний університет | 1000 |

Продовження табл. Ж1

| 1 | 2 | 3 |
|-----|-------------------------------------|-----|
| 78 | Гімназія міжнародних відносин | 150 |
| 79 | СЗШ № 51 | 150 |
| 80 | Інститут менеджменту | 800 |
| 81 | Центр дитячої творчості | 80 |
| 83 | Університет бізнесу та права | 900 |
| 84 | Навчальний центр ім. Боско | 100 |
| 85 | СЗШ № 70 | 150 |
| 86 | СЗШ № 43 | 150 |
| 87 | СЗШ № 23 | 150 |
| 88 | СЗШ № 91 | 150 |
| 89 | Університет безпеки життєдіяльності | 800 |
| 90 | Школа-садок «Арніка» | 150 |
| 91 | Гуманітарна гімназія | 150 |
| 92 | СЗШ № 44 | 150 |
| 93 | Технологічний ліцей | 150 |
| 94 | Гімназія «Престиж» | 150 |
| 95 | Музична школа № 3 | 60 |
| 96 | СЗШ № 81 | 150 |
| 97 | Львівський інститут МАУП | 600 |
| 98 | СЗШ № 30 | 150 |
| 99 | Будинок школяра | 100 |
| 100 | Екологічний коледж | 400 |
| 101 | СЗШ № 53 | 150 |
| 102 | Філія Європейського університету | 300 |
| 103 | СЗШ № 22 | 150 |
| 104 | СЗШ № 78 | 150 |

Продовження табл. Ж1

| 1 | 2 | 3 |
|-----|-----------------------------------|------|
| 105 | ВПУ комп'ютерних технологій | 400 |
| 106 | Економічний ліцей | 200 |
| 107 | СЗШ № 54 | 150 |
| 108 | СЗШ № 99 | 150 |
| 109 | СЗШ № 7 | 150 |
| 110 | Національна академія мистецтв | 150 |
| 111 | СЗШ № 49 | 150 |
| 112 | Львівська комерційна академія | 800 |
| 113 | Школа-інтернат «Оберіг» | 250 |
| 114 | СЗШ № 24 | 150 |
| 115 | СЗШ № 12 | 150 |
| 116 | СЗШ № 37 | 150 |
| 117 | Школа-інтернат для глухих дітей | 200 |
| 118 | СЗШ № 8 | 150 |
| 119 | СЗШ «Лідер» | 200 |
| 120 | Університет ветеринарної медицини | 900 |
| 121 | Університет ім. І. Франка | 2000 |
| 122 | СЗШ № 34 | 150 |
| 123 | НУ «ЛП» | 2000 |
| 124 | Академічна гімназія | 200 |
| 125 | Львівський музичний коледж | 400 |
| 126 | СЗШ № 3 | 150 |
| 127 | Лінгвістична гімназія | 200 |

Додаток 3

Таблиця 31

Характеристика загальноміських точок тяжіння для поїздок з метою покупок

| № п.п. | Назва точки тяжіння | Комерційна площа, км ² | Розрахункова потужність, осіб (розрахована згідно з [142]) |
|--------|---|-----------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | ТБК «Південний» | 0.120700 | 40233 |
| 2 | ТЦ «Вікторія Гарденс» | 0.054000 | 18000 |
| 3 | ТЦ «Епіцентр» (вул. Городоцька) | 0.030000 | 10000 |
| 4 | ТЦ «Метро» (вул. Городоцька) | 0.010000 | 3333 |
| 5 | Гуртівні | 0.083000 | 27667 |
| 6 | ТЦ «Шувар» | 0.004000 | 1333 |
| 7 | ТЦ «Магнус» | 0.004000 | 1333 |
| 8 | Краківський ринок | 0.033600 | 11200 |
| 9 | Привокзальний ринок | 0.013500 | 4500 |
| 10 | Ринок «Галицьке перехрестя» | 0.014800 | 4933 |
| 11 | ТЦ «Форум-Львів» | 0.035000 | 11667 |
| 12 | ТЦ «Кінг Крос Леополіс.2 | 0.050000 | 16667 |
| 13 | ТЦ «Опера Пасаж» | 0.002800 | 933 |
| 14 | ТЦ «Роксолана» | 0.005000 | 1667 |
| 15 | ТЦ «Інтерсіті» (просп. Чорновола) | 0.005000 | 1667 |
| 16 | ТЦ «Інтерсіті» (просп. Червоної Калини) | 0.005000 | 1667 |
| 17 | ТЦ «Скриня» | 0.005900 | 1967 |
| 18 | ТЦ «Метро» (вул. Вашингтона) | 0.010000 | 3333 |
| 19 | ТЦ «Ашан» (вул. Володимира Великого) | 0.020000 | 6667 |

Продовження табл. 31

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|---------------------------------------|----------|----------|
| 20 | ТЦ «Епіцентр» (вул. Хмельницького) | 0.020000 | 6667 |
| 21 | ТЦ «Три Слони» | 0.014000 | 4667 |
| 22 | ТЦ «Львів» | 0.005000 | 1667 |
| 23 | ТЦ «Марк» | 0.006200 | 2067 |
| 24 | ТЦ «Нова лінія» | 0.005000 | 1667 |
| 25 | Ринок «Вернісаж» | 0.001900 | 633 |
| 26 | Стрийський ринок | 0.003500 | 1167 |
| 27 | Винниківський ринок | 0.001400 | 467 |
| 28 | Ринок «Шувар» | 0.071000 | 23667 |

Додаток К

Матриці кількості переміщень з розподілом за шарами попиту, отримані в результаті моделювання в PTV Visum

Таблиця К1

Шар попиту дім – робота

Table with 20 rows and 20 columns showing movement counts for 'Шар попиту дім – робота'. Columns include 'Імя', 'Середній', 'Знижка', 'Популіцальність', '700 грн', 'Якість', 'TR Різниця', 'Повільно', 'Конуси', 'Будівля', 'Культиви', 'Сигналізація', 'TR Централізація', 'Централізація', 'Кастинг', 'Гарови', 'TR ГЗВ'. Rows list various TR types like TR Сивасий, TR Знижка, TR Популіцальність, etc.

Таблиця К2

Шар попиту дім - навчання

Table with 20 rows and 20 columns showing movement counts for 'Шар попиту дім - навчання'. Columns include 'Імя', 'Середній', 'Знижка', 'Популіцальність', '700 грн', 'Якість', 'TR Різниця', 'Повільно', 'Конуси', 'Будівля', 'Культиви', 'Сигналізація', 'TR Централізація', 'Централізація', 'Кастинг', 'Гарови', 'TR ГЗВ'. Rows list various TR types like TR Сивасий, TR Знижка, TR Популіцальність, etc.

Таблиця К3

Шар попиту дім - покупки

Table with 20 rows and 20 columns showing movement counts for 'Шар попиту дім - покупки'. Columns include 'Імя', 'Середній', 'Знижка', 'Популіцальність', '700 грн', 'Якість', 'TR Різниця', 'Повільно', 'Конуси', 'Будівля', 'Культиви', 'Сигналізація', 'TR Централізація', 'Централізація', 'Кастинг', 'Гарови', 'TR ГЗВ'. Rows list various TR types like TR Сивасий, TR Знижка, TR Популіцальність, etc.

Таблиця К4

Шар попиту дiм - ВЗТ

| 20x20 | Имя | Семья | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---------------------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|------|------|--------|--------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| | Сумма | 1188.40 | 828.41 | 548.88 | 2232.77 | 1041.88 | 888.54 | 0.00 | 0.00 | 389.41 | 763.11 | 0.00 | 889.02 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4448.88 | 2413.94 |
| 1 | TR Сиваський | 0.00 | 63.71 | 45.38 | 182.83 | 80.80 | 89.68 | 0.00 | 0.00 | 42.60 | 62.64 | 0.00 | 72.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 338.34 | 201.17 |
| 2 | TR Заринь | 0.00 | 80.89 | 32.54 | 129.37 | 59.74 | 52.27 | 0.00 | 0.00 | 56.68 | 41.88 | 0.00 | 46.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 251.24 | 141.88 |
| 3 | TR Погуляк | 0.00 | 89.65 | 58.02 | 165.13 | 74.31 | 67.83 | 0.00 | 0.00 | 39.37 | 59.98 | 0.00 | 83.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 339.63 | 191.25 |
| 4 | TR Анцельович | 0.00 | 76.80 | 48.45 | 254.82 | 103.10 | 83.26 | 0.00 | 0.00 | 52.56 | 67.66 | 0.00 | 75.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 373.47 | 216.87 |
| 5 | TR ХО ринь | 0.00 | 67.65 | 42.29 | 199.51 | 102.89 | 70.33 | 0.00 | 0.00 | 45.51 | 96.12 | 0.00 | 68.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 343.85 | 196.93 |
| 6 | TR Явельний | 0.00 | 36.27 | 22.71 | 99.48 | 46.72 | 41.23 | 0.00 | 0.00 | 24.74 | 30.58 | 0.00 | 37.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 187.22 | 102.61 |
| 7 | TR Ринь | 0.00 | 37.02 | 23.30 | 95.34 | 48.78 | 41.58 | 0.00 | 0.00 | 25.70 | 29.39 | 0.00 | 38.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 187.46 | 106.36 |
| 8 | TR Пельович | 0.00 | 42.47 | 28.81 | 112.88 | 54.10 | 51.76 | 0.00 | 0.00 | 32.96 | 40.89 | 0.00 | 58.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 283.49 | 140.38 |
| 9 | TR Ковальов | 0.00 | 39.44 | 24.72 | 111.81 | 51.51 | 48.86 | 0.00 | 0.00 | 44.67 | 36.66 | 0.00 | 54.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 219.87 | 117.51 |
| 10 | TR Бондаров | 0.00 | 54.80 | 39.72 | 103.76 | 72.18 | 60.81 | 0.00 | 0.00 | 36.70 | 77.72 | 0.00 | 60.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 325.54 | 170.88 |
| 11 | TR Муляков | 0.00 | 103.44 | 64.94 | 277.91 | 127.49 | 108.97 | 0.00 | 0.00 | 68.80 | 97.37 | 0.00 | 100.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 578.20 | 304.43 |
| 12 | TR Сивач | 0.00 | 30.11 | 23.47 | 106.76 | 48.63 | 42.08 | 0.00 | 0.00 | 32.21 | 34.85 | 0.00 | 41.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 241.10 | 113.38 |
| 13 | TR Стрийський парк | 0.00 | 52.02 | 34.54 | 140.17 | 65.49 | 58.21 | 0.00 | 0.00 | 33.28 | 51.69 | 0.00 | 51.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 287.38 | 150.63 |
| 14 | TR Центр | 0.00 | 8.72 | 5.53 | 23.27 | 10.63 | 8.87 | 0.00 | 0.00 | 5.79 | 7.48 | 0.00 | 8.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 41.69 | 23.67 |
| 15 | TR Високий замок | 0.00 | 8.89 | 5.48 | 24.95 | 11.37 | 9.38 | 0.00 | 0.00 | 6.94 | 7.44 | 0.00 | 9.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 44.50 | 25.02 |
| 16 | TR Цитадель | 0.00 | 11.58 | 7.43 | 38.48 | 13.88 | 11.95 | 0.00 | 0.00 | 7.94 | 10.03 | 0.00 | 11.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 58.46 | 32.49 |
| 17 | TR Университетський | 0.00 | 14.57 | 8.37 | 38.90 | 18.32 | 16.72 | 0.00 | 0.00 | 10.11 | 12.74 | 0.00 | 15.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 81.05 | 41.52 |
| 18 | TR Кастельна | 0.00 | 26.41 | 18.03 | 73.09 | 33.18 | 29.65 | 0.00 | 0.00 | 17.92 | 25.54 | 0.00 | 29.48 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 189.48 | 83.52 |
| 19 | TR Гарю УГА | 0.00 | 16.98 | 11.06 | 41.39 | 19.57 | 18.73 | 0.00 | 0.00 | 11.93 | 14.43 | 0.00 | 20.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 112.29 | 53.43 |
| 20 | TR ГЗВ | 0.00 | 0.24 | 0.16 | 0.86 | 0.30 | 0.27 | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 0.21 | 0.00 | 0.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.49 | 0.82 |

Таблиця К5

Шар попиту дiм - iнше

| 20x20 | Имя | Семья | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| | Сумма | 17368.31 | 11186.91 | 13212.68 | 16388.35 | 98117.63 | 8628.65 | 8131.05 | 11295.34 | 8887.88 | 14697.76 | 26592.21 | 10222.55 | 13794.59 | 22817.43 | 2242.91 | 2829.42 | 4033.88 | 5248.91 | 4648.34 | 65.73 | |
| 1 | TR Сиваський | 16544.20 | 17116.01 | 1867.71 | 1107.92 | 1488.20 | 1389.67 | 780.49 | 738.30 | 786.37 | 741.99 | 1212.38 | 2229.82 | 825.58 | 1002.68 | 171.84 | 181.49 | 220.08 | 332.95 | 433.95 | 305.42 | 6.91 |
| 2 | TR Сиваський | 11002.60 | 960.94 | 756.62 | 764.35 | 1009.92 | 800.12 | 548.24 | 409.46 | 626.72 | 613.33 | 774.39 | 1363.72 | 388.89 | 803.51 | 131.00 | 136.67 | 182.20 | 221.36 | 393.21 | 263.33 | 3.73 |
| 3 | TR Погуляк | 53376.90 | 1261.61 | 776.16 | 1160.96 | 1097.63 | 965.90 | 605.95 | 549.76 | 706.99 | 661.05 | 949.80 | 1614.84 | 594.33 | 828.83 | 164.16 | 144.16 | 198.89 | 297.21 | 338.20 | 292.08 | 4.29 |
| 4 | TR Анцельович | 59437.90 | 1633.68 | 1082.89 | 1241.26 | 2261.79 | 1158.62 | 982.30 | 767.12 | 1083.62 | 969.00 | 1371.85 | 2194.82 | 888.08 | 1327.50 | 226.61 | 295.15 | 276.17 | 383.71 | 472.47 | 410.88 | 6.19 |
| 5 | TR ХО ринь | 18917.30 | 1333.68 | 965.82 | 1073.12 | 1881.44 | 1298.90 | 796.68 | 850.27 | 965.21 | 822.34 | 1326.83 | 1994.64 | 866.41 | 1172.15 | 188.79 | 189.00 | 245.20 | 344.01 | 446.40 | 334.74 | 5.65 |
| 6 | TR Явельний | 8959.99 | 735.23 | 507.63 | 586.82 | 853.96 | 783.07 | 475.68 | 344.91 | 499.87 | 465.34 | 624.91 | 1087.45 | 449.13 | 585.07 | 102.99 | 103.64 | 134.53 | 182.85 | 223.28 | 207.82 | 2.87 |
| 7 | TR Ринь | 9000.98 | 737.78 | 517.88 | 885.00 | 794.23 | 810.78 | 465.61 | 524.09 | 545.35 | 459.09 | 583.45 | 1022.79 | 421.26 | 804.54 | 103.88 | 104.81 | 127.19 | 185.82 | 223.21 | 201.85 | 2.96 |
| 8 | TR Пельович | 12079.60 | 965.60 | 605.82 | 763.54 | 960.41 | 918.26 | 591.76 | 562.64 | 975.23 | 601.11 | 828.77 | 1502.75 | 677.05 | 828.60 | 137.65 | 133.19 | 167.38 | 240.95 | 289.50 | 310.27 | 4.83 |
| 9 | TR Ковальов | 10677.98 | 922.17 | 540.43 | 688.26 | 913.81 | 839.98 | 514.69 | 418.13 | 581.99 | 782.81 | 713.90 | 1478.67 | 823.07 | 848.16 | 129.54 | 117.49 | 144.98 | 208.85 | 271.43 | 232.38 | 3.24 |
| 10 | TR Бондаров | 18670.80 | 1093.88 | 747.38 | 969.51 | 1246.69 | 1167.39 | 663.71 | 588.22 | 810.51 | 672.76 | 1582.50 | 2094.40 | 691.54 | 1081.87 | 158.64 | 162.36 | 199.36 | 279.73 | 398.48 | 341.30 | 4.67 |
| 11 | TR Муляков | 24897.80 | 2147.89 | 1388.33 | 1886.57 | 2264.00 | 2076.43 | 1173.61 | 931.03 | 1318.50 | 1189.15 | 1893.81 | 4819.54 | 1376.62 | 1758.96 | 289.52 | 277.28 | 361.61 | 526.73 | 725.37 | 601.98 | 8.38 |
| 12 | TR Сивач | 18880.30 | 885.82 | 565.81 | 609.70 | 921.34 | 837.34 | 488.03 | 388.06 | 592.55 | 695.97 | 716.46 | 1504.18 | 740.41 | 680.14 | 114.74 | 115.71 | 135.74 | 201.23 | 277.41 | 269.96 | 3.50 |
| 13 | TR Стрийський парк | 12700.30 | 1093.87 | 699.68 | 834.16 | 1124.45 | 1048.86 | 806.01 | 501.16 | 739.29 | 672.43 | 888.06 | 1638.21 | 582.96 | 837.57 | 144.76 | 142.60 | 181.23 | 247.77 | 335.83 | 298.12 | 4.08 |
| 14 | TR Центр | 2807.00 | 175.46 | 122.90 | 138.71 | 194.00 | 176.87 | 89.41 | 81.22 | 114.45 | 103.56 | 146.53 | 249.91 | 182.13 | 143.59 | 24.76 | 23.24 | 29.70 | 41.15 | 52.60 | 44.95 | 0.67 |
| 15 | TR Високий замок | 3034.60 | 173.38 | 116.17 | 131.87 | 199.50 | 101.41 | 100.76 | 79.59 | 107.57 | 103.64 | 141.79 | 246.74 | 182.04 | 137.73 | 23.28 | 24.18 | 28.53 | 40.63 | 49.65 | 46.01 | 0.68 |
| 16 | TR Цитадель | 2621.50 | 225.37 | 153.89 | 176.36 | 240.10 | 217.19 | 126.69 | 103.49 | 146.68 | 128.11 | 188.54 | 318.29 | 129.24 | 188.92 | 30.96 | 29.89 | 40.66 | 53.83 | 67.83 | 59.61 | 0.86 |
| 17 | TR Университетський | 3710.10 | 301.89 | 211.60 | 244.25 | 346.91 | 316.69 | 191.70 | 138.95 | 201.24 | 187.94 | 282.97 | 488.13 | 186.72 | 249.86 | 42.85 | 41.77 | 51.72 | 82.99 | 96.72 | 90.79 | 1.21 |
| 18 | TR Кастельна | 4370.88 | 417.87 | 276.81 | 316.25 | 424.41 | 384.23 | 231.39 | 187.70 | 266.29 | 223.10 | 383.37 | 883.44 | 248.12 | 381.82 | 96.70 | 94.19 | 70.90 | 101.87 | 139.95 | 119.75 | 1.64 |
| 19 | TR Гарю УГА | 4899.00 | 388.34 | 243.41 | 301.21 | 374.26 | 363.06 | 227.98 | 173.99 | 287.80 | 231.32 | 310.97 | 613.76 | 286.43 | 368.76 | 33.36 | 51.43 | 64.88 | 80.80 | 122.37 | 131.30 | 1.63 |
| 20 | TR ГЗВ | 65.76 | 6.43 | 3.49 | 4.37 | 5.82 | 5.27 | 3.25 | 2.35 | 3.69 | 3.13 | 4.49 | 8.23 | 3.43 | 4.45 | 0.77 | 0.73 | 0.92 | 1.36 | 1.88 | 1.70 | 0.82 |

Таблиця К6

Шар попиту робота - дiм

| 20x20 | Имя | Семья | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---------------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| | Сумма | 12480.75 | 8020.94 | 9412.78 | 12178.46 | 12992.25 | 6881.81 | 8827.08 | 8882.97 | 7894.24 | 10440.34 | 16923.32 | 7318.71 | 1876.57 | 1877.98 | 1642.86 | 2038.12 | 2382.03 | 3769.88 | 3236.67 | 31.48 | |
| 1 | TR Сиваський | 11877.23 | 1229.38 | 632.54 | 794.41 | 1084.25 | 838.42 | 544.11 | 528.18 | 589.48 | 531.53 | 889.43 | 1590.01 | 291.67 | 775.18 | 122.88 | 129.71 | 152.58 | 237.87 | 311.88 | 255.22 | 4.52 |
| 2 | TR Зивач | 8828.65 | 682.41 | 571.53 | 548.38 | 701.38 | 688.46 | 382.25 | 283.44 | 442.70 | 387.78 | 655.16 | 977.89 | 364.40 | 575.29 | 85.75 | 83.39 | 116.83 | 188.20 | 284.83 | 182.85 | 2.92 |
| 3 | TR Погуляк | 8443.35 | 994.32 | 598.83 | 832.48 | 786.42 | 786.11 | 433.52 | 389.87 | 505.46 | 491.96 | 681.11 | 1157.41 | 426.48 | 684.85 | 118.32 | 103.03 | 141.81 | 183.83 | 241.45 | 209.12 | 3.36 |
| 4 | TR Анцельович | 12838.41 | 1171.38 | 784.10 | 890.82 | 1813.57 | 1254.37 | 881.36 | 542.59 | 718.58 | 687.08 | 883.82 | 1674.48 | 64 | | | | | | | | |

Таблиця К7

Шар попиту навчання - дім

| 20x20 | №№ | Ім'я | Семінари | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---------------------|---------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | | Сума | 5776.27 | 5894.10 | 10541.11 | 4100.69 | 5906.74 | 3324.70 | 2860.49 | 3019.20 | 3290.90 | 4903.88 | 9472.62 | 2469.32 | 1662.18 | 770.58 | 1266.24 | 1329.12 | 1266.24 | 1650.64 | 1628.29 | 24.57 |
| 1 | TR Селищань | 9871.81 | 506.81 | 376.22 | 757.87 | 437.90 | 406.24 | 223.89 | 217.70 | 234.32 | 210.69 | 361.73 | 707.07 | 243.19 | 399.32 | 54.50 | 74.21 | 90.87 | 87.09 | 476.33 | 164.00 | 1.77 |
| 2 | TR Звенивка | 8997.01 | 529.14 | 762.76 | 1154.67 | 657.32 | 637.14 | 356.44 | 266.83 | 407.76 | 324.16 | 504.63 | 662.85 | 321.11 | 638.80 | 85.16 | 117.98 | 146.62 | 143.74 | 691.37 | 165.41 | 2.65 |
| 3 | TR Пулушівка | 5741.09 | 430.96 | 397.00 | 336.87 | 301.75 | 360.62 | 210.45 | 191.24 | 245.37 | 195.10 | 330.63 | 636.46 | 206.54 | 393.83 | 53.54 | 69.54 | 99.07 | 89.22 | 435.26 | 101.80 | 1.62 |
| 4 | TR Клецькопільське | 1327.23 | 93.87 | 92.32 | 183.42 | 129.35 | 109.79 | 54.62 | 43.40 | 67.60 | 56.07 | 70.36 | 136.70 | 61.94 | 93.80 | 13.80 | 17.94 | 22.82 | 22.09 | 101.04 | 23.66 | 0.39 |
| 5 | TR ХО рини | 4602.45 | 302.22 | 316.45 | 584.00 | 380.91 | 471.98 | 100.21 | 149.36 | 216.40 | 138.25 | 205.47 | 487.94 | 182.53 | 323.84 | 44.86 | 59.38 | 71.11 | 71.72 | 315.64 | 85.38 | 1.39 |
| 6 | TR Ільківці | 2039.86 | 137.12 | 139.18 | 253.80 | 159.22 | 153.60 | 88.56 | 64.31 | 93.13 | 84.00 | 116.81 | 218.94 | 83.60 | 135.31 | 18.17 | 26.54 | 32.16 | 36.98 | 194.20 | 38.83 | 0.60 |
| 7 | TR Рівне | 1462.96 | 100.45 | 103.51 | 194.76 | 101.12 | 116.11 | 43.29 | 71.35 | 74.18 | 42.40 | 76.49 | 147.41 | 67.29 | 106.36 | 14.12 | 19.76 | 24.04 | 25.12 | 113.12 | 27.56 | 0.44 |
| 8 | TR Плавська | 2341.22 | 157.85 | 142.64 | 203.62 | 153.77 | 154.67 | 94.61 | 90.09 | 194.93 | 96.22 | 132.00 | 258.81 | 106.39 | 169.23 | 22.90 | 29.57 | 37.29 | 38.47 | 172.56 | 90.93 | 0.75 |
| 9 | TR Ковалівка | 67.96 | 4.06 | 4.19 | 7.44 | 4.82 | 4.88 | 2.71 | 2.20 | 3.06 | 4.12 | 3.77 | 8.42 | 3.28 | 4.11 | 0.63 | 0.86 | 1.06 | 1.10 | 5.35 | 1.21 | 0.02 |
| 10 | TR Боднарівка | 3092.26 | 267.45 | 227.11 | 464.30 | 257.58 | 253.70 | 136.94 | 121.56 | 167.36 | 138.96 | 310.72 | 467.34 | 142.77 | 272.64 | 32.73 | 45.38 | 67.19 | 67.64 | 386.65 | 76.67 | 1.05 |
| 11 | TR Кульчиця | 4338.27 | 429.68 | 408.30 | 740.49 | 452.77 | 436.96 | 236.36 | 396.21 | 263.47 | 233.76 | 378.03 | 668.03 | 275.85 | 439.79 | 57.81 | 76.90 | 100.39 | 103.65 | 540.86 | 100.63 | 1.83 |
| 12 | TR Селище | 2623.98 | 194.68 | 182.96 | 311.03 | 262.99 | 193.70 | 107.15 | 83.59 | 136.19 | 131.01 | 157.96 | 367.75 | 162.64 | 177.03 | 25.79 | 33.76 | 41.44 | 44.13 | 227.99 | 99.29 | 0.79 |
| 13 | TR Стрийський парк | 1357.23 | 85.41 | 88.71 | 162.74 | 90.04 | 96.63 | 52.76 | 43.70 | 64.41 | 49.90 | 86.22 | 163.49 | 60.41 | 86.70 | 12.80 | 17.24 | 21.94 | 21.94 | 102.75 | 26.85 | 0.39 |
| 14 | TR Центр | 407.17 | 26.32 | 26.80 | 51.75 | 21.20 | 29.82 | 15.96 | 13.96 | 18.39 | 16.62 | 23.90 | 43.40 | 16.41 | 20.16 | 3.88 | 5.12 | 6.63 | 6.60 | 31.64 | 7.24 | 0.12 |
| 15 | TR Високий замок | 2911.90 | 206.53 | 201.70 | 364.50 | 237.69 | 227.57 | 119.07 | 94.83 | 128.53 | 125.32 | 169.06 | 317.44 | 121.46 | 201.12 | 27.70 | 38.82 | 47.69 | 48.29 | 231.21 | 54.83 | 0.85 |
| 16 | TR Цеталь | 389.36 | 36.08 | 36.51 | 64.72 | 37.99 | 36.14 | 20.07 | 16.23 | 21.78 | 20.42 | 29.31 | 54.37 | 25.42 | 36.27 | 4.84 | 6.31 | 8.93 | 8.49 | 39.94 | 9.45 | 0.11 |
| 17 | TR Университетський | 1638.74 | 1277.08 | 1317.28 | 2388.85 | 1464.30 | 1410.36 | 825.01 | 568.29 | 891.23 | 794.96 | 1114.12 | 2094.23 | 789.89 | 1289.98 | 161.00 | 246.20 | 303.97 | 345.70 | 1000.77 | 385.11 | 5.89 |
| 18 | TR Каспівка | 2239.43 | 156.01 | 151.85 | 275.18 | 158.62 | 152.80 | 86.30 | 70.11 | 99.67 | 83.31 | 132.09 | 263.05 | 89.60 | 160.26 | 21.14 | 28.67 | 36.76 | 37.94 | 194.83 | 44.82 | 0.67 |
| 19 | TR Гарна УГА | 1183.22 | 717.31 | 714.30 | 1394.52 | 746.86 | 741.21 | 403.64 | 346.43 | 573.96 | 461.51 | 621.06 | 1322.58 | 529.21 | 751.43 | 106.30 | 142.32 | 176.02 | 106.66 | 959.12 | 262.54 | 3.64 |
| 20 | TR ГЗВ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Таблиця К8

Шар попиту покупки - дім

| 20x20 | №№ | Ім'я | Семінари | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | | Сума | 21771.32 | 13624.37 | 15710.73 | 22675.24 | 20745.49 | 12016.20 | 3740.86 | 13635.03 | 14150.62 | 18868.02 | 35200.33 | 14257.40 | 16705.86 | 2049.90 | 2793.47 | 3526.91 | 4307.64 | 6664.46 | 6561.11 | 20.94 |
| 1 | TR Селищань | 3945.89 | 488.81 | 296.32 | 294.04 | 353.73 | 311.91 | 160.84 | 176.86 | 189.27 | 176.66 | 293.88 | 529.16 | 196.45 | 237.65 | 40.37 | 43.12 | 52.69 | 79.09 | 103.99 | 84.83 | 1.44 |
| 2 | TR Звенивка | 6144.21 | 92.87 | 43.72 | 41.83 | 95.34 | 90.98 | 30.81 | 22.49 | 34.33 | 38.14 | 42.49 | 74.79 | 27.88 | 44.01 | 7.17 | 7.18 | 8.94 | 12.10 | 15.67 | 13.93 | 0.22 |
| 3 | TR Пулушівка | 4383.66 | 419.79 | 254.40 | 336.40 | 366.06 | 327.76 | 201.23 | 182.88 | 234.83 | 196.80 | 316.16 | 537.28 | 197.51 | 308.63 | 61.21 | 47.83 | 68.84 | 85.33 | 112.08 | 97.36 | 1.66 |
| 4 | TR Клецькопільське | 18256.68 | 1282.65 | 858.76 | 674.75 | 1363.18 | 1373.80 | 746.18 | 594.05 | 786.87 | 762.40 | 1070.51 | 1723.26 | 704.17 | 1040.96 | 177.68 | 176.25 | 217.88 | 301.83 | 371.66 | 323.20 | 5.32 |
| 5 | TR ХО рини | 3191.49 | 172.89 | 134.62 | 138.15 | 217.89 | 223.77 | 93.38 | 85.44 | 124.57 | 106.54 | 146.14 | 252.58 | 104.40 | 161.77 | 25.72 | 24.43 | 31.94 | 44.46 | 57.85 | 40.60 | 0.80 |
| 6 | TR Ільківці | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | TR Рівне | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8 | TR Плавська | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | TR Ковалівка | 60642.60 | 5180.83 | 3043.53 | 3423.49 | 6738.97 | 4724.44 | 2890.50 | 2362.34 | 3270.83 | 4482.36 | 4010.82 | 6320.53 | 3601.44 | 3697.79 | 677.12 | 699.16 | 919.81 | 1171.75 | 1630.28 | 1009.00 | 19.96 |
| 10 | TR Боднарівка | 31127.54 | 2672.81 | 1546.31 | 2033.37 | 2974.29 | 2410.61 | 1368.47 | 1214.84 | 1672.35 | 1389.04 | 3106.33 | 4306.85 | 1426.76 | 2232.31 | 327.17 | 336.20 | 413.87 | 576.19 | 824.81 | 706.25 | 10.66 |
| 11 | TR Кульчиця | 37583.86 | 3990.85 | 2004.62 | 2333.85 | 3264.98 | 2994.31 | 1609.85 | 1342.81 | 1899.85 | 1626.78 | 2723.36 | 5790.05 | 1983.45 | 2533.28 | 416.67 | 368.85 | 524.34 | 749.94 | 1048.51 | 809.94 | 13.24 |
| 12 | TR Селище | 82108.13 | 4698.21 | 2942.28 | 3168.62 | 4765.16 | 4348.68 | 2530.72 | 1974.16 | 3074.98 | 3094.78 | 5724.15 | 7815.49 | 3841.98 | 3425.82 | 286.13 | 573.55 | 702.73 | 1042.48 | 1444.14 | 1400.31 | 16.76 |
| 13 | TR Стрийський парк | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | TR Центр | 3094.85 | 174.67 | 121.70 | 138.28 | 183.28 | 176.21 | 98.88 | 80.93 | 113.94 | 103.16 | 148.10 | 249.68 | 101.66 | 142.94 | 24.83 | 23.10 | 29.74 | 40.89 | 52.61 | 44.80 | 0.74 |
| 15 | TR Високий замок | 31022.86 | 2711.68 | 1003.47 | 2063.87 | 3120.53 | 2837.38 | 1673.65 | 1246.82 | 1687.45 | 1819.22 | 2219.40 | 3661.06 | 1594.62 | 2162.96 | 363.71 | 376.99 | 481.40 | 633.96 | 779.37 | 721.18 | 11.57 |
| 16 | TR Цеталь | 3127.36 | 329.26 | 217.76 | 290.69 | 341.18 | 308.81 | 179.68 | 147.83 | 208.20 | 163.38 | 269.89 | 482.33 | 183.43 | 263.96 | 43.93 | 42.36 | 50.06 | 76.27 | 161.60 | 84.96 | 1.34 |
| 17 | TR Университетський | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | TR Каспівка | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | TR Гарна УГА | 8095.89 | 889.10 | 463.83 | 981.00 | 696.63 | 657.13 | 423.08 | 323.14 | 533.24 | 430.60 | 579.30 | 1142.88 | 493.81 | 574.23 | 99.18 | 96.48 | 120.78 | 174.14 | 220.36 | 244.90 | 3.32 |
| 20 | TR ГЗВ | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Таблиця К9

Шар попиту ВЗТ - дім

| 20x20 | №№ | Ім'я | Семінари | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | | Сума | 832.87 | 420.32 | 586.32 | 647.46 | 588.13 | 344.48 | 368.21 | 403.87 | 356.16 | 497.60 | 928.43 | 373.83 | 486.94 | 61.40 | 84.25 | 109.14 | 142.00 | 270.01 | 175.78 | 2.62 |
| 1 | TR Селищань | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | TR Звенивка | 416.88 | 34.05 | 36.76 | 33.48 | 36.30 | 33.05 | 19.67 | 14.64 | 22.38 | 18.35 | 27.71 | 49.44 | 18.18 | 29.79 | 4.61 | 4.97 | 6.21 | 7.80 | 14.94 | 9.08 | 0.16 |
| 3 | TR Пулушівка | 273.00 | 25.07 | 16.67 | 25.25 | 21.80 | 19.75 | 12.02 | 10.92 | 14.81 | 11.14 | 16.00 | 32.52 | 11.79 | 19.12 | 3.06 | 3.00 | 4.19 | 5.10 | 9.78 | 5.81 | 0.09 |
| 4 | TR Клецькопільське | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблиця К10

Шар попиту інше - дім

| 20x20 | Ім'я | Середня | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------|--------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| 1 | ТР Сиваський | 15492.45 | 1500.66 | 810.05 | 1034.32 | 1386.66 | 1221.03 | 708.47 | 680.88 | 741.45 | 480.04 | 1120.03 | 2072.83 | 768.05 | 1009.30 | 180.11 | 168.80 | 206.39 | 309.82 | 403.87 | 332.29 | 5.83 |
| 2 | ТР Зіньківський | 12446.23 | 903.74 | 793.49 | 712.95 | 941.04 | 866.90 | 510.25 | 301.73 | 583.72 | 470.42 | 722.46 | 1271.75 | 474.03 | 740.40 | 121.96 | 121.60 | 152.00 | 205.82 | 268.40 | 236.82 | 3.81 |
| 3 | ТР Полтавський | 12782.32 | 1177.16 | 724.82 | 1023.33 | 1023.68 | 919.14 | 584.29 | 512.83 | 607.94 | 523.21 | 806.42 | 1506.61 | 353.83 | 360.44 | 143.60 | 134.12 | 154.61 | 239.29 | 314.31 | 272.99 | 4.38 |
| 4 | ТР Хмельницького | 10144.67 | 1026.32 | 1021.30 | 1109.25 | 2101.76 | 1633.85 | 887.43 | 706.73 | 931.94 | 894.92 | 1281.47 | 2049.45 | 837.46 | 1230.01 | 211.22 | 209.81 | 259.12 | 309.00 | 442.01 | 384.30 | 6.33 |
| 5 | ТР Хмельницького | 12762.49 | 1245.29 | 892.35 | 1052.27 | 1569.44 | 1611.79 | 742.45 | 615.42 | 800.16 | 767.43 | 1062.64 | 1062.63 | 762.01 | 1093.19 | 105.24 | 175.96 | 230.87 | 332.28 | 416.70 | 360.51 | 5.77 |
| 6 | ТР Львівський | 13770.26 | 687.54 | 475.11 | 549.80 | 790.29 | 731.86 | 443.97 | 332.46 | 404.90 | 425.59 | 584.86 | 1016.98 | 419.47 | 555.83 | 36.14 | 85.71 | 116.84 | 179.81 | 208.25 | 194.60 | 3.84 |
| 7 | ТР Рівненський | 14800.36 | 685.71 | 483.16 | 546.30 | 741.21 | 756.62 | 433.85 | 409.16 | 508.53 | 428.38 | 544.96 | 936.24 | 382.79 | 563.73 | 36.82 | 87.56 | 119.33 | 172.23 | 209.00 | 188.86 | 3.83 |
| 8 | ТР Львівський | 11204.16 | 921.83 | 566.82 | 713.71 | 887.16 | 857.75 | 581.94 | 525.85 | 610.70 | 581.43 | 774.84 | 1404.57 | 631.89 | 765.84 | 128.41 | 124.32 | 157.19 | 224.48 | 271.06 | 291.94 | 4.12 |
| 9 | ТР Ковалівський | 10661.31 | 861.17 | 505.12 | 560.18 | 803.06 | 784.09 | 479.72 | 390.37 | 542.89 | 730.94 | 685.99 | 1380.82 | 581.12 | 587.11 | 112.38 | 108.40 | 136.06 | 194.47 | 253.87 | 217.38 | 3.31 |
| 10 | ТР Бовшнівський | 14056.44 | 1207.82 | 897.82 | 904.67 | 1162.49 | 1039.57 | 617.97 | 540.89 | 765.19 | 627.26 | 1402.29 | 1963.90 | 644.30 | 1008.06 | 147.74 | 147.30 | 186.89 | 260.19 | 312.46 | 318.94 | 4.77 |
| 11 | ТР Купальський | 24744.75 | 2004.56 | 1296.82 | 1489.87 | 2112.16 | 1817.87 | 1085.19 | 868.88 | 1229.94 | 1095.55 | 1766.25 | 3765.49 | 1281.13 | 1636.82 | 269.74 | 258.02 | 339.14 | 484.56 | 678.30 | 962.76 | 8.57 |
| 12 | ТР Сиваський | 18121.31 | 627.88 | 529.23 | 569.94 | 880.71 | 782.20 | 466.30 | 395.88 | 583.10 | 538.66 | 609.86 | 1405.77 | 681.06 | 618.25 | 107.06 | 103.16 | 127.48 | 187.51 | 228.76 | 251.87 | 3.37 |
| 13 | ТР Стрийський парк | 13252.37 | 1022.14 | 684.37 | 729.66 | 1080.33 | 877.81 | 585.16 | 468.18 | 609.90 | 524.71 | 823.88 | 1529.36 | 542.17 | 675.06 | 132.86 | 127.18 | 139.84 | 235.84 | 315.00 | 279.05 | 4.12 |
| 14 | ТР Центр | 18320.08 | 164.04 | 114.16 | 129.32 | 181.31 | 168.30 | 82.77 | 75.92 | 104.88 | 96.77 | 138.83 | 233.88 | 95.37 | 134.88 | 23.11 | 21.67 | 27.90 | 38.36 | 49.36 | 42.10 | 0.89 |
| 15 | ТР Вишнівський | 1804.06 | 162.22 | 107.80 | 123.47 | 186.68 | 183.74 | 94.14 | 74.40 | 106.36 | 96.87 | 132.70 | 230.96 | 95.39 | 128.77 | 21.76 | 22.49 | 27.12 | 37.82 | 46.56 | 43.14 | 0.89 |
| 16 | ТР Днішківський | 24868.08 | 209.71 | 142.31 | 163.84 | 222.99 | 271.63 | 117.43 | 96.10 | 136.87 | 119.89 | 175.19 | 295.43 | 119.89 | 172.47 | 28.43 | 37.95 | 49.85 | 63.12 | 85.46 | 80.89 | 0.89 |
| 17 | ТР Ужгородський | 34701.71 | 282.31 | 198.25 | 226.70 | 323.68 | 296.30 | 181.91 | 130.83 | 188.15 | 175.73 | 246.20 | 428.86 | 174.96 | 233.61 | 40.84 | 38.86 | 48.66 | 77.08 | 102.39 | 88.13 | 1.24 |
| 18 | ТР Костопільський | 3488.36 | 348.96 | 257.88 | 293.73 | 386.19 | 357.76 | 215.12 | 134.79 | 144.22 | 207.71 | 329.31 | 608.70 | 223.30 | 327.33 | 52.80 | 50.93 | 68.37 | 94.61 | 138.82 | 111.74 | 1.67 |
| 19 | ТР Героїв УПА | 4268.13 | 334.81 | 226.99 | 280.72 | 348.88 | 338.82 | 211.71 | 163.70 | 207.83 | 215.42 | 289.88 | 571.89 | 247.00 | 287.34 | 49.83 | 47.78 | 60.44 | 87.34 | 114.24 | 122.88 | 1.66 |
| 20 | ТР ГЗВ | 96.80 | 4.63 | 2.98 | 3.73 | 4.86 | 4.49 | 2.76 | 2.80 | 3.15 | 2.67 | 3.83 | 7.87 | 2.80 | 3.78 | 0.65 | 0.62 | 0.79 | 1.15 | 1.54 | 1.46 | 0.82 |

Таблиця К11

Шар попиту інше - навчання

| 20x20 | Ім'я | Середня | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------|--------------------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|-------|-------|------|-------|------|--------|-------|--------|------|
| 1 | ТР Сиваський | 732.75 | 64.42 | 72.63 | 50.31 | 10.80 | 37.76 | 17.98 | 12.76 | 16.04 | 0.49 | 31.87 | 56.63 | 22.86 | 12.83 | 3.52 | 27.96 | 4.47 | 179.36 | 20.83 | 86.63 | 0.00 |
| 2 | ТР Зіньківський | 714.90 | 51.24 | 94.17 | 49.02 | 10.37 | 37.87 | 18.30 | 9.99 | 17.06 | 0.40 | 28.76 | 49.11 | 19.90 | 12.61 | 3.79 | 27.02 | 4.65 | 168.41 | 19.33 | 91.31 | 0.00 |
| 3 | ТР Полтавський | 1309.95 | 104.90 | 143.91 | 116.78 | 17.68 | 82.93 | 31.73 | 21.04 | 31.55 | 0.02 | 56.30 | 91.21 | 36.45 | 22.86 | 7.00 | 40.14 | 8.06 | 306.93 | 36.75 | 164.99 | 0.00 |
| 4 | ТР Хмельницького | 850.94 | 82.55 | 93.25 | 57.45 | 16.69 | 51.44 | 22.95 | 13.34 | 20.64 | 0.65 | 36.76 | 57.00 | 25.35 | 18.04 | 4.73 | 34.59 | 5.72 | 211.80 | 23.12 | 106.83 | 0.00 |
| 5 | ТР Хмельницького | 706.25 | 52.68 | 84.14 | 51.24 | 12.86 | 82.36 | 19.81 | 11.80 | 20.47 | 0.57 | 31.15 | 53.49 | 23.40 | 13.79 | 4.28 | 29.90 | 5.24 | 194.80 | 22.48 | 100.49 | 0.00 |
| 6 | ТР Рівненський | 596.23 | 27.09 | 41.67 | 26.14 | 6.09 | 22.14 | 11.83 | 6.85 | 9.99 | 0.30 | 16.11 | 27.20 | 12.20 | 6.49 | 2.67 | 15.17 | 2.48 | 181.89 | 10.46 | 51.88 | 0.00 |
| 7 | ТР Рівненський | 390.15 | 23.60 | 43.11 | 26.46 | 5.75 | 23.28 | 10.36 | 9.82 | 19.96 | 0.30 | 16.27 | 25.47 | 11.62 | 6.69 | 2.12 | 16.73 | 2.67 | 99.27 | 10.67 | 51.29 | 0.00 |
| 8 | ТР Львівський | 531.41 | 36.84 | 50.45 | 34.49 | 6.95 | 26.34 | 13.89 | 9.67 | 19.98 | 0.40 | 21.67 | 36.13 | 18.65 | 9.07 | 2.81 | 19.97 | 3.30 | 129.13 | 13.82 | 78.12 | 0.00 |
| 9 | ТР Ковалівський | 472.31 | 35.66 | 46.57 | 28.44 | 6.84 | 24.83 | 12.53 | 7.44 | 12.09 | 0.53 | 19.32 | 30.82 | 17.76 | 7.33 | 2.32 | 18.23 | 3.03 | 115.84 | 13.41 | 61.01 | 0.00 |
| 10 | ТР Бовшнівський | 688.09 | 49.65 | 63.80 | 44.97 | 9.26 | 34.36 | 16.03 | 10.30 | 16.70 | 0.45 | 40.34 | 54.56 | 19.56 | 12.28 | 3.54 | 14.20 | 4.14 | 153.94 | 19.54 | 89.90 | 0.00 |
| 11 | ТР Купальський | 1231.63 | 86.36 | 124.37 | 77.96 | 17.62 | 64.86 | 29.79 | 17.22 | 28.47 | 0.83 | 53.28 | 109.71 | 40.80 | 20.81 | 6.35 | 44.73 | 7.80 | 388.24 | 37.26 | 164.30 | 0.00 |
| 12 | ТР Сиваський | 469.38 | 33.43 | 47.63 | 27.04 | 6.74 | 24.27 | 11.60 | 6.60 | 12.00 | 0.40 | 18.94 | 30.50 | 20.62 | 7.30 | 2.38 | 16.70 | 2.77 | 189.02 | 13.39 | 89.00 | 0.00 |
| 13 | ТР Стрийський парк | 679.37 | 49.68 | 70.80 | 45.79 | 9.89 | 36.48 | 17.32 | 10.47 | 16.03 | 0.46 | 31.40 | 50.26 | 19.45 | 12.80 | 3.19 | 25.99 | 4.45 | 161.37 | 19.44 | 91.91 | 0.00 |
| 14 | ТР Центр | 91.43 | 6.61 | 10.24 | 6.31 | 1.41 | 5.11 | 2.36 | 1.41 | 2.31 | 0.07 | 3.91 | 6.39 | 2.83 | 1.60 | 0.51 | 3.51 | 0.60 | 22.32 | 2.83 | 11.49 | 0.00 |
| 15 | ТР Вишнівський | 1252.21 | 8.92 | 13.21 | 8.21 | 1.99 | 7.12 | 3.26 | 1.88 | 2.98 | 0.09 | 5.11 | 6.82 | 3.87 | 2.10 | 0.66 | 4.98 | 0.00 | 30.80 | 3.27 | 16.00 | 0.00 |
| 16 | ТР Днішківський | 167.79 | 11.39 | 17.24 | 10.70 | 2.35 | 8.42 | 4.63 | 3.41 | 3.98 | 0.11 | 6.67 | 10.92 | 4.82 | 2.70 | 0.85 | 6.06 | 1.11 | 39.00 | 4.38 | 20.46 | 0.00 |
| 17 | ТР Ужгородський | 164.13 | 10.93 | 17.89 | 10.70 | 2.43 | 8.81 | 4.44 | 2.32 | 3.92 | 0.12 | 6.67 | 11.27 | 4.99 | 2.60 | 0.86 | 6.07 | 1.01 | 42.93 | 4.67 | 22.34 | 0.00 |
| 18 | ТР Костопільський | 767.89 | 84.50 | 90.45 | 49.74 | 18.75 | 38.49 | 19.81 | 11.27 | 16.70 | 0.51 | 32.28 | 57.90 | 23.10 | 13.59 | 4.14 | 26.30 | 5.00 | 186.60 | 23.94 | 106.12 | 0.00 |
| 19 | ТР Героїв УПА | 202.10 | 33.03 | 39.86 | 13.20 | 2.63 | 8.82 | 5.19 | 2.89 | 5.80 | 0.15 | 7.88 | 15.10 | 7.09 | 3.31 | 1.85 | 7.48 | 1.27 | 48.76 | 5.87 | 32.31 | 0.00 |
| 20 | ТР ГЗВ | 2.88 | 0.20 | 0.28 | 0.19 | 0.04 | 0.15 | 0.07 | 0.04 | 0.07 | 0.00 | 0.11 | 0.23 | 0.09 | 0.05 | 0.02 | 0.11 | 0.02 | 0.71 | 0.88 | 0.42 | 0.00 |

Таблиця К12

Шар попиту інше - робота

| 20x20 | Ім'я | Середня | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------|-----------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|
| 1 | ТР Сиваський | 8683.83 | 817.75 | 474.86 | 621.84 | 811.77 | 718.79 | 419.02 | 483.16 | 434.30 | 493.43 | 663.13 | 1214.33 | 490.85 | 591.28 | 80.80 | 86.96 | 139.81 | 181.52 | 277.72 | 194.67 | 3.32 |
| 2 | ТР Зіньківський | 8123.99 | 528.15 | 436.95 | 418.83 | 581.76 | 588.34 | 299.18 | 223.82 | 342.26 | 289.52 | 425.60 | 746.68 | 277.95 | 436.87 | 71.90 | 71.24 | 88.12 | 120.60 | 156.24 | 138.86 | 2.25 |
| 3 | ТР Полтавський | 7053.32 | 689.82 | 424.76 | 524.94 | 598.87 | 538.81 | 330.67 | 309.52 | 395.96 | 306.40 | 519.55 | 882.88 | 324.58 | 567.14 | 84.16 | 78.88 | 106.18 | 140.23 | 194.10 | 199.87 | 2.88 |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблиця К13

Шар попиту інше - інше

| 20x20 | №№ | Сума | Семінари | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----------------------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1 | ТР Севастополь | 2015.81 | 291.55 | 147.51 | 188.15 | 252.40 | 222.64 | 129.20 | 125.51 | 135.21 | 126.12 | 206.10 | 177.54 | 140.35 | 104.88 | 29.21 | 30.85 | 37.41 | 58.00 | 75.77 | 60.42 | 0.94 |
| 2 | ТР Зносково | 1904.42 | 184.21 | 135.42 | 129.94 | 171.62 | 158.12 | 89.20 | 68.61 | 106.54 | 87.28 | 131.65 | 231.83 | 86.53 | 136.60 | 22.27 | 22.21 | 27.57 | 27.63 | 48.48 | 43.10 | 0.83 |
| 3 | ТР Полтавська | 2240.86 | 214.47 | 131.55 | 197.36 | 186.58 | 167.03 | 103.81 | 83.46 | 120.02 | 95.38 | 181.47 | 274.49 | 101.03 | 107.67 | 26.21 | 24.51 | 33.47 | 43.72 | 57.15 | 49.65 | 0.73 |
| 4 | ТР Львівського | 3204.45 | 277.32 | 185.79 | 211.01 | 182.81 | 297.61 | 161.89 | 126.71 | 170.42 | 163.03 | 230.22 | 373.14 | 162.67 | 226.47 | 38.52 | 38.28 | 46.95 | 65.57 | 80.32 | 69.67 | 1.05 |
| 5 | ТР Тернопіль | 2675.94 | 226.73 | 162.57 | 192.43 | 205.05 | 293.57 | 136.44 | 112.08 | 164.09 | 139.69 | 191.56 | 339.09 | 137.09 | 199.27 | 33.70 | 32.13 | 41.68 | 58.40 | 75.72 | 63.71 | 0.96 |
| 6 | ТР Вінницький | 1522.37 | 124.99 | 66.30 | 88.70 | 140.10 | 131.12 | 80.87 | 68.64 | 94.96 | 72.41 | 106.24 | 184.87 | 76.38 | 101.18 | 17.01 | 17.45 | 21.14 | 32.70 | 37.78 | 26.33 | 0.51 |
| 7 | ТР Рівненський | 1520.00 | 126.41 | 87.80 | 98.45 | 136.02 | 137.83 | 75.19 | 59.10 | 82.71 | 76.08 | 89.19 | 170.47 | 71.81 | 102.77 | 17.68 | 17.82 | 21.62 | 31.40 | 37.95 | 34.33 | 0.50 |
| 8 | ТР Львівський | 2013.38 | 187.55 | 102.99 | 126.80 | 163.27 | 198.11 | 100.80 | 85.85 | 102.02 | 102.19 | 140.89 | 256.47 | 115.10 | 138.50 | 23.40 | 22.64 | 30.46 | 40.96 | 48.21 | 63.02 | 0.69 |
| 9 | ТР Кіровоградська | 1015.29 | 166.77 | 91.87 | 103.41 | 155.35 | 143.88 | 87.00 | 71.00 | 90.94 | 123.08 | 121.56 | 251.37 | 105.92 | 108.83 | 30.49 | 19.97 | 24.65 | 35.51 | 46.14 | 39.50 | 0.55 |
| 10 | ТР Боднарська | 2962.82 | 219.96 | 127.05 | 164.82 | 211.82 | 199.45 | 112.83 | 100.00 | 137.78 | 114.37 | 255.42 | 356.05 | 117.58 | 183.92 | 24.97 | 26.92 | 33.29 | 47.55 | 67.74 | 50.92 | 0.70 |
| 11 | ТР Купальська | 4402.81 | 365.14 | 236.02 | 271.31 | 384.08 | 352.99 | 199.81 | 158.27 | 224.14 | 186.76 | 321.95 | 483.32 | 234.02 | 298.87 | 49.22 | 47.14 | 61.47 | 88.52 | 123.31 | 102.34 | 1.43 |
| 12 | ТР Сімеонівська | 1803.58 | 150.45 | 96.19 | 103.69 | 156.63 | 142.35 | 82.87 | 64.61 | 108.73 | 101.32 | 131.80 | 258.71 | 126.87 | 112.23 | 19.01 | 18.82 | 23.08 | 34.21 | 47.16 | 45.74 | 0.96 |
| 13 | ТР Стрийський парк | 2160.43 | 180.90 | 118.96 | 141.81 | 181.16 | 177.97 | 103.82 | 88.23 | 125.80 | 97.31 | 167.87 | 277.14 | 98.76 | 109.38 | 24.61 | 24.24 | 30.81 | 42.12 | 56.96 | 50.88 | 0.69 |
| 14 | ТР Центр | 161.29 | 29.63 | 20.74 | 23.50 | 32.90 | 30.87 | 16.90 | 13.80 | 19.46 | 17.31 | 28.26 | 42.48 | 17.36 | 24.41 | 4.21 | 3.98 | 5.88 | 7.90 | 8.96 | 7.64 | 0.11 |
| 15 | ТР Вишнівський замок | 445.89 | 20.46 | 18.58 | 22.42 | 33.00 | 30.84 | 17.13 | 13.53 | 16.36 | 17.60 | 24.10 | 41.98 | 17.15 | 23.41 | 3.96 | 4.10 | 4.80 | 6.91 | 8.44 | 7.62 | 0.11 |
| 16 | ТР Ціталь | 440.97 | 36.21 | 26.82 | 29.96 | 48.33 | 36.82 | 21.54 | 17.59 | 24.84 | 21.82 | 32.05 | 54.11 | 21.87 | 31.01 | 5.31 | 5.08 | 6.81 | 9.15 | 11.53 | 10.13 | 0.15 |
| 17 | ТР Університетський | 630.71 | 51.27 | 36.97 | 41.52 | 62.81 | 63.84 | 33.10 | 23.62 | 34.21 | 31.93 | 44.71 | 77.80 | 31.74 | 42.48 | 7.28 | 7.10 | 8.75 | 14.04 | 16.70 | 15.43 | 0.21 |
| 18 | ТР Кастельна | 628.02 | 70.90 | 47.02 | 53.99 | 72.15 | 65.32 | 39.34 | 31.91 | 45.35 | 37.93 | 60.07 | 111.00 | 40.62 | 59.91 | 9.64 | 9.21 | 12.95 | 17.32 | 23.79 | 20.36 | 0.28 |
| 19 | ТР Геральд УГА | 776.71 | 61.09 | 41.36 | 51.20 | 63.62 | 60.02 | 36.70 | 29.51 | 48.32 | 39.32 | 52.98 | 104.34 | 45.12 | 52.49 | 9.07 | 8.74 | 10.97 | 15.95 | 20.85 | 22.32 | 0.23 |
| 20 | ТР ГЗБ | 11.36 | 0.92 | 0.88 | 0.74 | 0.99 | 0.90 | 0.58 | 0.40 | 0.63 | 0.53 | 0.76 | 1.57 | 0.50 | 0.76 | 0.13 | 0.12 | 0.16 | 0.23 | 0.31 | 0.29 | 0.08 |

Таблиця К14

Шар попиту навчання - ВЗТ

| 20x20 | №№ | Сума | Семінари | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----------------------|---------|----------|--------|-------|--------|--------|--------|------|------|-------|--------|------|--------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1 | ТР Севастополь | 1236.66 | 0.00 | 67.89 | 48.27 | 184.02 | 86.10 | 74.22 | 0.00 | 0.00 | 45.39 | 65.56 | 0.00 | 77.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 340.53 | 214.37 |
| 2 | ТР Зносково | 1533.68 | 0.00 | 119.29 | 58.94 | 234.34 | 108.21 | 94.69 | 0.00 | 0.00 | 95.58 | 75.40 | 0.00 | 84.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 495.10 | 256.85 |
| 3 | ТР Полтавська | 1752.52 | 0.00 | 108.07 | 88.98 | 298.08 | 115.24 | 101.19 | 0.00 | 0.00 | 81.56 | 83.01 | 0.00 | 98.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 527.00 | 296.69 |
| 4 | ТР Львівського | 3194.24 | 0.00 | 49.70 | 31.49 | 171.97 | 67.00 | 54.11 | 0.00 | 0.00 | 34.16 | 43.97 | 0.00 | 48.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 242.71 | 140.16 |
| 5 | ТР Тернопіль | 1114.03 | 0.00 | 65.36 | 40.05 | 192.72 | 95.20 | 67.94 | 0.00 | 0.00 | 43.96 | 54.25 | 0.00 | 65.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 332.14 | 191.77 |
| 6 | ТР Вінницький | 1484.62 | 0.00 | 30.87 | 19.80 | 87.87 | 40.01 | 36.09 | 0.00 | 0.00 | 21.65 | 26.74 | 0.00 | 32.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 163.85 | 89.00 |
| 7 | ТР Рівненський | 646.86 | 0.00 | 29.14 | 18.36 | 75.08 | 38.40 | 32.74 | 0.00 | 0.00 | 20.24 | 23.14 | 0.00 | 28.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 147.88 | 82.94 |
| 8 | ТР Львівський | 899.49 | 0.00 | 35.14 | 24.68 | 83.39 | 44.76 | 43.82 | 0.00 | 0.00 | 27.26 | 33.82 | 0.00 | 46.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 234.52 | 116.13 |
| 9 | ТР Кіровоградська | 417.83 | 0.00 | 22.65 | 13.62 | 62.51 | 28.00 | 26.19 | 0.00 | 0.00 | 24.98 | 20.49 | 0.00 | 30.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 123.90 | 65.69 |
| 10 | ТР Боднарська | 340.67 | 0.00 | 50.87 | 36.17 | 140.02 | 65.72 | 55.47 | 0.00 | 0.00 | 35.24 | 39.83 | 0.00 | 55.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 296.44 | 155.34 |
| 11 | ТР Купальська | 1710.83 | 0.00 | 94.45 | 60.47 | 258.25 | 116.71 | 99.61 | 0.00 | 0.00 | 62.20 | 96.67 | 0.00 | 111.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 531.01 | 283.47 |
| 12 | ТР Сімеонівська | 881.09 | 0.00 | 36.39 | 21.94 | 90.35 | 45.25 | 39.16 | 0.00 | 0.00 | 29.98 | 32.43 | 0.00 | 66.92 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 224.36 | 106.40 |
| 13 | ТР Стрийський парк | 753.07 | 0.00 | 41.32 | 27.43 | 111.33 | 61.95 | 44.64 | 0.00 | 0.00 | 26.44 | 41.08 | 0.00 | 41.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 228.26 | 119.94 |
| 14 | ТР Центр | 138.32 | 0.00 | 7.26 | 4.62 | 19.35 | 6.94 | 3.38 | 0.00 | 0.00 | 4.62 | 6.22 | 0.00 | 7.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 34.87 | 19.94 |
| 15 | ТР Вишнівський замок | 454.45 | 0.00 | 22.80 | 14.89 | 66.45 | 35.28 | 24.97 | 0.00 | 0.00 | 16.58 | 19.62 | 0.00 | 24.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 118.93 | 66.84 |
| 16 | ТР Ціталь | 156.44 | 0.00 | 11.25 | 7.24 | 29.86 | 13.44 | 11.64 | 0.00 | 0.00 | 7.44 | 9.77 | 0.00 | 11.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 96.94 | 51.64 |
| 17 | ТР Університетський | 2068.11 | 0.00 | 118.06 | 74.81 | 318.11 | 145.98 | 133.23 | 0.00 | 0.00 | 80.87 | 101.80 | 0.00 | 122.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 645.66 | 320.79 |
| 18 | ТР Кастельна | 129.70 | 0.00 | 52.80 | 33.52 | 131.06 | 61.28 | 54.79 | 0.00 | 0.00 | 33.11 | 47.19 | 0.00 | 54.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 294.60 | 154.32 |
| 19 | ТР Геральд УГА | 1093.81 | 0.00 | 64.93 | 44.75 | 167.40 | 79.14 | 75.76 | 0.00 | 0.00 | 48.28 | 58.38 | 0.00 | 84.64 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 454.13 | 216.11 |
| 20 | ТР ГЗБ | 2.51 | 0.00 | 0.13 | 0.09 | 0.36 | 0.16 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.12 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.81 | 0.45 |

Таблиця К15

Шар попиту навчання - інше

| 20x20 | №№ | Сума | Семінари | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----------------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1 | ТР Севастополь | 1119.21 | 110.88 | 50.63 | 74.86 | 100.38 | 88.49 | 51.30 | 49.89 | 93.74 | 95.13 | 81.92 | 160.06 | 95.78 | 73.15 | 11.61 | 12.26 | 14.87 | 22.90 | 29.32 | 24.01 | 0.37 |
| 2 | ТР Зносково | 1288.26 | 119.78 | 80.79 | 94.79 | 128.19 | 115.33 | 87.88 | 50.78 | 77.72 | 63.66 | 96.03 | 188.12 | 83.12 | 99.69 | 76.25 | 16.20 | 12.12 | 27.48 | 36.37 | 31.44 | 0.46 |
| 3 | ТР Полтавська | 1588.13 | 161.86 | 93.43 | 138.75 | 132.11 | 110.63 | 72.94 | 66.18 | 84.96 | 67.54 | 114.33 | 194.36 | 71.94 | 111.76 | 18.94 | 17.35 | 23.70 | 30.98 | 40.47 | 36.16 | 0.52 |
| 4 | ТР Львівського | 2803.87 | 271.32 | 165.03 | 211.15 | 302.79 | 172.14 | 101.20 | 71.20 | 111.36 | 101.36 | 181.52 | 301.53 | 141.46 | 171.01 | 34.70 | 33.20 | 41.30 | 58.89 | 74.47 | 65.84 | 0.26 |
| 5 | ТР Тернопіль | 1845.38 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблиця К16

Шар попиту інше - дім

| 2020 | Ім'я | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
|------|----------------------|----------|----------|-------------|--------------|----------|----------|-----------|------------|-----------|---------------|-------------|-----------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|-----------|-----------|----------|------|
| | | Сумись | Звенига | Полтавський | Хмельницький | Житомир | Київська | Черкаська | Полтавська | Львівська | Тернопільська | Хмельницька | Вінницька | Черкаська | Київська | Львівська | Тернопільська | Хмельницька | Вінницька | Черкаська | Київська | |
| | Сумма | 16214.88 | 10402.24 | 12337.57 | 17190.30 | 15693.74 | 8963.70 | 7688.80 | 10226.74 | 8026.15 | 13326.96 | 24113.70 | 9531.31 | 12062.47 | 2131.76 | 2067.77 | 2604.51 | 3794.53 | 4908.81 | 4344.06 | 6117.38 | |
| 1 | ТР Сумський | 15495.48 | 1650.56 | 810.15 | 1034.32 | 1395.46 | 1221.81 | 708.41 | 688.89 | 741.45 | 893.94 | 1132.23 | 2072.83 | 769.55 | 1039.30 | 160.71 | 160.90 | 206.29 | 309.82 | 425.81 | 332.29 | 5.83 |
| 2 | ТР Звенизький | 10884.33 | 369.74 | 743.48 | 712.95 | 941.04 | 866.58 | 510.25 | 381.73 | 583.72 | 470.42 | 722.46 | 1271.73 | 474.83 | 748.40 | 121.95 | 121.50 | 152.80 | 205.52 | 266.48 | 236.82 | 3.81 |
| 3 | ТР Полтавський | 12202.88 | 1172.15 | 724.82 | 1083.53 | 1023.60 | 819.14 | 584.20 | 512.83 | 857.94 | 523.21 | 886.62 | 1036.61 | 833.83 | 865.44 | 143.60 | 134.12 | 194.61 | 238.29 | 314.31 | 272.99 | 4.30 |
| 4 | ТР Хмельницький | 18144.57 | 1525.50 | 1021.30 | 1159.25 | 2101.70 | 1633.85 | 887.43 | 706.73 | 935.94 | 894.92 | 1281.47 | 2048.45 | 837.46 | 1238.81 | 211.23 | 289.81 | 268.12 | 358.08 | 442.81 | 384.38 | 6.33 |
| 5 | ТР Житомирський | 15792.49 | 1245.29 | 893.35 | 1002.27 | 1168.44 | 1611.79 | 742.45 | 615.42 | 900.18 | 767.43 | 1052.64 | 1862.53 | 752.81 | 1093.18 | 185.24 | 175.96 | 230.07 | 326.81 | 416.78 | 360.51 | 5.77 |
| 6 | ТР Київський | 8372.26 | 687.84 | 475.11 | 549.80 | 788.29 | 731.88 | 443.97 | 322.46 | 458.90 | 425.58 | 504.68 | 1018.90 | 418.47 | 505.83 | 86.14 | 95.71 | 116.84 | 178.21 | 288.25 | 194.88 | 3.04 |
| 7 | ТР Рівненський | 8402.26 | 688.71 | 483.15 | 546.30 | 741.21 | 798.42 | 433.85 | 488.16 | 530.53 | 422.30 | 544.96 | 934.24 | 382.79 | 563.73 | 86.82 | 87.66 | 119.33 | 172.23 | 288.80 | 188.88 | 3.03 |
| 8 | ТР Львівський | 11284.35 | 821.03 | 566.62 | 713.71 | 887.18 | 857.75 | 551.84 | 525.80 | 910.72 | 561.43 | 774.84 | 1404.57 | 831.89 | 765.94 | 128.41 | 124.10 | 157.19 | 224.48 | 271.86 | 251.84 | 4.12 |
| 9 | ТР Черкаський | 3962.31 | 861.17 | 585.12 | 560.18 | 853.06 | 794.89 | 479.72 | 380.37 | 542.81 | 730.64 | 688.99 | 1380.92 | 601.12 | 187.11 | 712.38 | 108.40 | 136.06 | 194.47 | 253.97 | 217.30 | 3.31 |
| 10 | ТР Одеський | 14058.44 | 1207.02 | 897.82 | 904.67 | 1362.45 | 1088.57 | 677.97 | 948.89 | 755.19 | 627.26 | 1402.29 | 1913.90 | 644.30 | 1008.06 | 147.74 | 147.30 | 186.89 | 260.18 | 372.46 | 318.94 | 4.77 |
| 11 | ТР Київський | 24184.75 | 2004.58 | 1296.82 | 1489.87 | 2112.16 | 1837.07 | 1883.19 | 868.68 | 1228.04 | 1080.55 | 1768.25 | 3751.49 | 1263.13 | 1638.82 | 268.74 | 250.02 | 338.14 | 454.94 | 678.30 | 582.78 | 8.57 |
| 12 | ТР Сіверський | 8912.31 | 827.08 | 529.23 | 569.94 | 862.71 | 782.20 | 455.20 | 359.89 | 353.50 | 556.66 | 609.86 | 1485.77 | 891.06 | 616.20 | 107.05 | 101.16 | 127.48 | 187.83 | 288.76 | 251.87 | 3.37 |
| 13 | ТР Східноукраїнський | 11812.37 | 1022.14 | 654.57 | 779.46 | 1092.33 | 877.81 | 565.16 | 468.18 | 689.88 | 534.81 | 1023.69 | 1623.38 | 542.17 | 875.06 | 176.04 | 132.86 | 178.18 | 230.84 | 313.68 | 279.05 | 4.17 |
| 14 | ТР Центр | 7921.06 | 194.04 | 114.16 | 129.72 | 181.31 | 165.30 | 92.77 | 75.80 | 106.68 | 36.77 | 138.93 | 233.65 | 85.37 | 134.88 | 23.11 | 31.67 | 27.90 | 38.36 | 49.35 | 42.10 | 0.69 |
| 15 | ТР Волинський | 1944.88 | 162.22 | 107.90 | 123.47 | 184.68 | 189.74 | 94.14 | 74.40 | 100.95 | 96.87 | 132.78 | 230.98 | 55.39 | 128.77 | 21.76 | 22.48 | 27.12 | 37.82 | 46.56 | 43.14 | 0.69 |
| 16 | ТР Львівський | 2436.08 | 209.31 | 142.31 | 163.84 | 222.99 | 201.43 | 117.43 | 96.10 | 136.07 | 119.85 | 175.19 | 285.83 | 118.88 | 172.47 | 28.43 | 27.68 | 37.85 | 49.85 | 63.12 | 55.46 | 0.88 |
| 17 | ТР Рівненський | 3472.11 | 282.31 | 198.25 | 228.70 | 323.88 | 296.32 | 181.91 | 130.03 | 188.10 | 175.73 | 248.28 | 438.86 | 174.88 | 233.81 | 40.04 | 38.88 | 48.88 | 77.08 | 82.59 | 85.13 | 1.24 |
| 18 | ТР Київський | 4936.14 | 388.96 | 257.88 | 263.73 | 385.18 | 357.76 | 215.12 | 174.79 | 248.22 | 207.71 | 329.31 | 688.70 | 223.38 | 307.33 | 62.72 | 58.33 | 86.37 | 94.81 | 130.62 | 111.74 | 1.67 |
| 19 | ТР Тернопільський | 4258.13 | 334.81 | 236.99 | 280.72 | 348.89 | 326.62 | 211.71 | 181.30 | 267.83 | 215.42 | 289.88 | 671.88 | 347.80 | 287.94 | 49.63 | 47.78 | 60.44 | 87.14 | 114.34 | 122.85 | 1.86 |
| 20 | ТР Рівненський | 165.00 | 4.63 | 2.98 | 3.73 | 4.96 | 4.48 | 2.76 | 2.80 | 3.18 | 2.87 | 3.83 | 7.87 | 2.82 | 3.79 | 0.88 | 0.82 | 0.79 | 1.10 | 1.54 | 1.46 | 0.82 |

Додаток Л

Таблиця ЛІ

Результати проведення натурних обстежень на тролейбусному
маршруті № 29

(17 лютого 2020 р, понеділок. 12:05 год)

| Назва зупинки | Кількість пасажирів | | |
|--|---------------------|----------|----------|
| | зайшло | вийшло | проїхало |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Прямий напрямок | | | |
| Університет | 17 | 0 | 17 |
| Собор Св. Юра | 5 | 0 | 22 |
| Вул. С. Бандери | 8 | 4 | 26 |
| Пл. Липнева | 15 | 9 | 32 |
| Вул. Смаль-Строцького | 6 | 7 | 31 |
| Вул. Копистинського | 7 | 5 | 33 |
| Стадіон «Сільмаш» | 5 | 8 | 30 |
| Вул. Окружна | 8 | 8 | 30 |
| Будинок меблів | 10 | 13 | 27 |
| Вул. Караджича | 6 | 9 | 24 |
| Перехрестя вул. Любінська – Виговського | 5 | 12 | 17 |
| Вул. Кричевського | 1 | 5 | 13 |
| Готель «Густань» | 0 | 2 | 11 |
| Аеропорт – Термінал «А» | 0 | 11 | 0 |
| Сумарно перевезено | 93 пас. | | |
| Зворотний напрямок | | | |
| Аеропорт – Термінал «А» | 6 | 0 | 6 |
| Вул. Кричевського | 3 | 0 | 9 |

Продовження табл. Л1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|----------|----------|----------|
| Перехрестя вул. Любінська – Виговського | 14 | 5 | 18 |
| Вул. Караджича | 8 | 8 | 18 |
| Будинок меблів | 15 | 10 | 23 |
| Вул. Окружна | 7 | 7 | 23 |
| Вул. Антоновича | 7 | 8 | 22 |
| Вул. Максима Залізняка | 5 | 8 | 19 |
| Вул. Мельника | 10 | 7 | 22 |
| Вул. Бандери | 6 | 12 | 16 |
| Собор Св.Юра | 4 | 6 | 14 |
| Вул. Устияновича | 0 | 4 | 10 |
| Університет | 0 | 10 | 0 |
| Сумарно перевезено | 85 пас. | | |

Таблиця Л2

Результати проведення натурних обстежень на тролейбусному
маршруті № 29

(18 лютого 2020 р, вівторок. 13:10 год)

| Назва зупинки | Кількість пасажирів | | |
|-----------------------|---------------------|----------|----------|
| | зайшло | вийшло | проїхало |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Прямий напрямок | | | |
| Університет | 21 | 0 | 21 |
| Собор Св. Юра | 8 | 2 | 27 |
| Вул. С. Бандери | 7 | 16 | 18 |
| Пл. Липнева | 6 | 6 | 18 |
| Вул. Смаль-Строцького | 9 | 5 | 22 |

Продовження табл. Л2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---------|----|----|
| Вул. Копистинського | 8 | 2 | 28 |
| Стадіон «Сільмаш» | 2 | 8 | 22 |
| Вул. Окружна | 9 | 8 | 23 |
| Будинок меблів | 7 | 10 | 20 |
| Вул. Караджича | 2 | 9 | 13 |
| Перехрестя вул. Любінська – Виговського | 4 | 10 | 7 |
| Вул. Кричевського | 3 | 6 | 4 |
| Готель «Густань» | 0 | 1 | 3 |
| Аеропорт – Термінал «А» | 0 | 3 | 0 |
| Сумарно перевезено | 86 пас. | | |
| Зворотний напрямок | | | |
| Аеропорт – Термінал «А» | 8 | 0 | 8 |
| Вул. Кричевського | 3 | 0 | 11 |
| Перехрестя вул. Любінська – Виговського | 11 | 5 | 17 |
| Вул. Караджича | 9 | 7 | 19 |
| Будинок меблів | 14 | 6 | 27 |
| Вул. Окружна | 8 | 8 | 27 |
| Вул. Антоновича | 7 | 5 | 29 |
| Вул. Максима Залізняка | 6 | 6 | 29 |
| Вул. Мельника | 8 | 9 | 28 |
| Вул. Бандери | 10 | 10 | 28 |
| Собор Св.Юра | 4 | 6 | 26 |
| Вул. Устияновича | 2 | 3 | 25 |
| Університет | 0 | 25 | 0 |
| Сумарно перевезено | 90 пас. | | |

Результати проведення натурних обстежень на тролейбусному
маршруті № 29

(19 лютого 2020 р, середа. 12:25 год)

| Назва зупинки | Кількість пасажирів | | |
|--|---------------------|----------|----------|
| | зайшло | вийшло | проїхало |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Прямий напрямок | | | |
| Університет | 15 | 0 | 15 |
| Собор Св. Юра | 7 | 0 | 22 |
| Вул. С. Бандери | 10 | 5 | 27 |
| Пл. Липнева | 7 | 13 | 21 |
| Вул. Смаль-Строцького | 4 | 5 | 20 |
| Вул. Копистинського | 6 | 11 | 15 |
| Стадіон «Сільмаш» | 8 | 6 | 17 |
| Вул. Окружна | 4 | 8 | 13 |
| Будинок меблів | 11 | 8 | 16 |
| Вул. Караджича | 10 | 4 | 22 |
| Перехрестя вул. Любінська – Виговського | 5 | 13 | 14 |
| Вул. Кричевського | 3 | 5 | 12 |
| Готель «Густань» | 0 | 2 | 10 |
| Аеропорт – Термінал «А» | 0 | 10 | 0 |
| Сумарно перевезено | 90 пас. | | |
| Зворотний напрямок | | | |
| Аеропорт – Термінал «А» | 10 | 0 | 10 |
| Вул. Кричевського | 4 | 0 | 14 |
| Перехрестя вул. Любінська – Виговського | 9 | 3 | 20 |
| Вул. Караджича | 12 | 4 | 28 |
| Будинок меблів | 16 | 2 | 42 |

Продовження табл. ЛЗ

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------|----------|----------|----------|
| Вул. Окружна | 9 | 5 | 46 |
| Вул. Антоновича | 7 | 4 | 49 |
| Вул. Максима Залізняка | 4 | 7 | 46 |
| Вул. Мельника | 6 | 11 | 41 |
| Вул. Бандери | 8 | 16 | 33 |
| Собор Св.Юра | 3 | 7 | 29 |
| Вул. Устияновича | 1 | 6 | 24 |
| Університет | 0 | 24 | 0 |
| Сумарно перевезено | пас. | | |

Таблиця Л4

Результати проведення натурних обстежень на тролейбусному
маршруті № 29
(20 лютого 2020 р, четвер. 12:30 год)

| Назва зупинки | Кількість пасажирів | | |
|-----------------------|---------------------|----------|----------|
| | зайшло | вийшло | проїхало |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Прямий напрямок | | | |
| Університет | 19 | 0 | 19 |
| Собор Св. Юра | 7 | 2 | 24 |
| Вул. С. Бандери | 10 | 6 | 28 |
| Пл. Липнева | 10 | 15 | 23 |
| Вул. Смаль-Строцького | 9 | 4 | 28 |
| Вул. Копистинського | 4 | 6 | 26 |
| Стадіон «Сільмаш» | 10 | 8 | 28 |
| Вул. Окружна | 4 | 7 | 25 |
| Будинок меблів | 4 | 7 | 22 |

Продовження табл. Л4

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---------|----|----|
| Вул. Караджича | 2 | 6 | 18 |
| Перехрестя вул. Любінська – Виговського | 7 | 12 | 13 |
| Вул. Кричевського | 2 | 6 | 9 |
| Готель «Густань» | 0 | 3 | 6 |
| Аеропорт – Термінал «А» | 0 | 6 | 0 |
| Сумарно перевезено | 88 пас. | | |
| Зворотний напрямок | | | |
| Аеропорт – Термінал «А» | 8 | 0 | 8 |
| Вул. Кричевського | 1 | 0 | 9 |
| Перехрестя вул. Любінська – Виговського | 9 | 4 | 14 |
| Вул. Караджича | 8 | 5 | 17 |
| Будинок меблів | 7 | 4 | 20 |
| Вул. Окружна | 9 | 7 | 22 |
| Вул. Антоновича | 7 | 6 | 23 |
| Вул. Максима Залізняка | 10 | 8 | 25 |
| Вул. Мельника | 6 | 12 | 19 |
| Вул. Бандери | 5 | 9 | 15 |
| Собор Св.Юра | 8 | 8 | 15 |
| Вул. Устияновича | 2 | 5 | 12 |
| Університет | 0 | 12 | 0 |
| Сумарно перевезено | 80 пас. | | |

Результати проведення натурних обстежень на тролейбусному
маршруті № 29

(21 лютого 2020 р, п'ятниця. 13:20 год)

| Назва зупинки | Кількість пасажирів | | |
|--|---------------------|----------|----------|
| | зайшло | вийшло | проїхало |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Прямий напрямок | | | |
| Університет | 25 | 0 | 25 |
| Собор Св. Юра | 5 | 2 | 28 |
| Вул. С. Бандери | 7 | 8 | 27 |
| Пл. Липнева | 8 | 11 | 24 |
| Вул. Смаль-Строцького | 6 | 5 | 25 |
| Вул. Копистинського | 7 | 5 | 27 |
| Стадіон «Сільмаш» | 5 | 7 | 25 |
| Вул. Окружна | 3 | 9 | 19 |
| Будинок меблів | 9 | 8 | 20 |
| Вул. Караджича | 5 | 2 | 23 |
| Перехрестя вул. Любінська – Виговського | 10 | 12 | 21 |
| Вул. Кричевського | 1 | 6 | 16 |
| Готель «Густань» | 0 | 3 | 13 |
| Аеропорт – Термінал «А» | 0 | 13 | 0 |
| Сумарно перевезено | 91 пас. | | |
| Зворотний напрямок | | | |
| Аеропорт – Термінал «А» | 6 | 0 | 6 |
| Вул. Кричевського | 3 | 1 | 8 |
| Перехрестя вул. Любінська – Виговського | 11 | 6 | 13 |
| Вул. Караджича | 7 | 5 | 15 |

Продовження табл. Л5

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------|----------|----------|----------|
| Будинок меблів | 13 | 6 | 22 |
| Вул. Окружна | 5 | 5 | 22 |
| Вул. Антоновича | 8 | 10 | 20 |
| Вул. Максима Залізняка | 11 | 13 | 18 |
| Вул. Мельника | 9 | 15 | 12 |
| Вул. Бандери | 8 | 7 | 13 |
| Собор Св.Юра | 5 | 6 | 12 |
| Вул. Устияновича | 1 | 2 | 11 |
| Університет | 0 | 11 | 0 |
| Сумарно перевезено | 87 пас. | | |

Додаток М

Таблиця М1

Результати проведення натурних обстежень на тролейбусному
маршруті № 32

(17 лютого 2020 р, понеділок. 13:25 год)

| Назва зупинки | Кількість пасажирів | | |
|---------------------|---------------------|----------|----------|
| | зайшло | вийшло | проїхало |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Прямий напрямок | | | |
| Університет | 17 | 0 | 17 |
| Собор Св. Юра | 5 | 2 | 20 |
| Пл. Кропивницького | 8 | 6 | 22 |
| Привокзальний ринок | 16 | 10 | 28 |
| ТРЦ «Скриня» | 9 | 7 | 30 |
| Вул. Кульпарківська | 5 | 6 | 29 |
| Вул. Народна | 4 | 2 | 31 |
| Вул. Сяйво | 6 | 5 | 32 |
| Вул. Широка | 5 | 10 | 27 |
| Вул. Низинна | 7 | 5 | 29 |
| Вул. Гніздовського | 4 | 11 | 22 |
| Поліклініка № 3 | 1 | 16 | 7 |
| Вул. Суботівська | 0 | 7 | 0 |
| Сумарно перевезено | 87 пас | | |
| Зворотний напрямок | | | |
| Вул. Суботівська | 10 | 0 | 10 |
| Поліклініка № 3 | 8 | 1 | 17 |
| Вул. Гніздовського | 6 | 2 | 21 |
| Вул. Низинна | 4 | 3 | 22 |
| Вул. Широка | 10 | 9 | 23 |

Продовження таблиці М1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|----------|----------|----------|
| Вул. Сяйво | 9 | 5 | 27 |
| Вул. Народна | 7 | 7 | 27 |
| Вул. Кульпарківська | 12 | 6 | 33 |
| ТРЦ «Скриня» | 8 | 10 | 31 |
| Привокзальний ринок | 9 | 16 | 24 |
| Вул. Тобілевича | 3 | 5 | 22 |
| Пл. Кропивницького | 5 | 10 | 17 |
| Собор Св.Юра | 3 | 6 | 14 |
| Вул. Устияновича | 1 | 3 | 12 |
| Університет | 0 | 12 | 0 |
| Сумарно перевезено | 95 пас | | |

Таблиця М2

Результати проведення натурних обстежень на тролейбусному
маршруті № 32

(18 лютого 2020 р, вівторок. 14:40 год)

| Назва зупинки | Кількість пасажирів | | |
|---------------------|---------------------|----------|----------|
| | зайшло | вийшло | проїхало |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Прямий напрямок | | | |
| Університет | 19 | 0 | 19 |
| Собор Св. Юра | 5 | 2 | 22 |
| Пл. Кропивницького | 10 | 5 | 27 |
| Привокзальний ринок | 13 | 16 | 24 |
| ТРЦ «Скриня» | 14 | 9 | 29 |
| Вул. Кульпарківська | 9 | 6 | 32 |
| Вул. Народна | 7 | 4 | 35 |

Продовження таблиці М2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|---------|----|----|
| Вул. Сяйво | 10 | 8 | 37 |
| Вул. Широка | 8 | 12 | 33 |
| Вул. Низинна | 3 | 6 | 30 |
| Вул. Гніздовського | 2 | 7 | 25 |
| Поліклініка № 3 | 0 | 9 | 16 |
| Вул. Суботівська | 0 | 16 | 0 |
| Сумарно перевезено | 100 пас | | |
| Зворотний напрямок | | | |
| Вул. Суботівська | 11 | 0 | 11 |
| Поліклініка № 3 | 10 | 5 | 16 |
| Вул. Гніздовського | 7 | 2 | 21 |
| Вул. Низинна | 6 | 3 | 24 |
| Вул. Широка | 12 | 10 | 26 |
| Вул. Сяйво | 7 | 6 | 27 |
| Вул. Народна | 3 | 4 | 26 |
| Вул. Кульпарківська | 6 | 5 | 27 |
| ТРЦ «Скриня» | 10 | 11 | 26 |
| Привокзальний ринок | 8 | 16 | 18 |
| Вул. Тобілевича | 3 | 4 | 17 |
| Пл. Кропивницького | 4 | 5 | 16 |
| Собор Св.Юра | 1 | 2 | 15 |
| Вул. Устияновича | 0 | 1 | 14 |
| Університет | 0 | 14 | 0 |
| Сумарно перевезено | 88 пас | | |

Результати проведення натурних обстежень на тролейбусному
маршруті № 32

(19 лютого 2020 р, середа. 13:40 год)

| Назва зупинки | Кількість пасажирів | | |
|---------------------------|---------------------|----------|----------|
| | зайшло | вийшло | проїхало |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Прямий напрямок | | | |
| Університет | 22 | 0 | 22 |
| Собор Св. Юра | 4 | 2 | 24 |
| Пл. Кропивницького | 6 | 5 | 25 |
| Привокзальний ринок | 12 | 13 | 24 |
| ТРЦ «Скриня» | 12 | 8 | 28 |
| Вул. Кульпарківська | 7 | 7 | 28 |
| Вул. Народна | 6 | 3 | 31 |
| Вул. Сяйво | 5 | 5 | 31 |
| Вул. Широка | 8 | 12 | 27 |
| Вул. Низинна | 4 | 6 | 25 |
| Вул. Гніздовського | 3 | 8 | 20 |
| Поліклініка № 3 | 1 | 6 | 15 |
| Вул. Суботівська | 0 | 15 | 0 |
| Сумарно перевезено | 90 пас | | |
| Зворотний напрямок | | | |
| Вул. Суботівська | 8 | 0 | 8 |
| Поліклініка № 3 | 8 | 3 | 13 |
| Вул. Гніздовського | 9 | 4 | 18 |
| Вул. Низинна | 5 | 4 | 19 |
| Вул. Широка | 16 | 6 | 29 |
| Вул. Сяйво | 8 | 7 | 30 |

Продовження табл. М3

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|----------|----------|----------|
| Вул. Народна | 6 | 5 | 31 |
| Вул. Кульпарківська | 7 | 7 | 31 |
| ТРЦ «Скриня» | 10 | 10 | 31 |
| Привокзальний ринок | 12 | 13 | 30 |
| Вул. Тобілевича | 5 | 6 | 29 |
| Пл. Кропивницького | 3 | 3 | 29 |
| Собор Св.Юра | 0 | 6 | 23 |
| Вул. Устияновича | 1 | 6 | 18 |
| Університет | 0 | 18 | 0 |
| Сумарно перевезено | 98 пас | | |

Таблиця М4

Результати проведення натурних обстежень на тролейбусному
маршруті № 32

(20 лютого 2020 р, четвер. 13:55 год)

| Назва зупинки | Кількість пасажирів | | |
|------------------------|---------------------|----------|----------|
| | зайшло | вийшло | проїхало |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Прямий напрямок | | | |
| Університет | 20 | 0 | 20 |
| Собор Св. Юра | 6 | 1 | 25 |
| Пл. Кропивницького | 8 | 3 | 30 |
| Привокзальний ринок | 5 | 3 | 32 |
| ТРЦ «Скриня» | 10 | 8 | 34 |
| Вул. Кульпарківська | 11 | 12 | 33 |
| Вул. Народна | 8 | 4 | 37 |
| Вул. Сяйво | 9 | 9 | 37 |

Продовження табл. М4

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|--------|----|----|
| Вул. Широка | 7 | 11 | 33 |
| Вул. Низинна | 3 | 5 | 31 |
| Вул. Гніздовського | 4 | 11 | 24 |
| Поліклініка № 3 | 0 | 10 | 14 |
| Вул. Суботівська | 0 | 14 | 0 |
| Сумарно перевезено | 91 пас | | |
| Зворотний напрямок | | | |
| Вул. Суботівська | 10 | 0 | 10 |
| Поліклініка № 3 | 12 | 0 | 22 |
| Вул. Гніздовського | 8 | 1 | 29 |
| Вул. Низинна | 6 | 4 | 31 |
| Вул. Широка | 9 | 6 | 34 |
| Вул. Сяйво | 9 | 7 | 36 |
| Вул. Народна | 7 | 5 | 38 |
| Вул. Кульпарківська | 5 | 6 | 37 |
| ТРЦ «Скриня» | 10 | 7 | 40 |
| Привокзальний ринок | 5 | 10 | 35 |
| Вул. Тобілевича | 1 | 7 | 29 |
| Пл. Кропивницького | 4 | 6 | 27 |
| Собор Св.Юра | 0 | 5 | 22 |
| Вул. Устияновича | 0 | 7 | 15 |
| Університет | 0 | 15 | 0 |
| Сумарно перевезено | 86 пас | | |

Таблиця М5

Результати проведення натурних обстежень на тролейбусному
маршруті № 32

(21 лютого 2020 р, п'ятниця. 14:40 год)

| Назва зупинки | Кількість пасажирів | | |
|---------------------------|---------------------|----------|----------|
| | зайшло | вийшло | проїхало |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Прямий напрямок | | | |
| Університет | 26 | 0 | 26 |
| Собор Св. Юра | 4 | 0 | 30 |
| Пл. Кропивницького | 7 | 2 | 35 |
| Привокзальний ринок | 10 | 4 | 41 |
| ТРЦ «Скриня» | 6 | 5 | 42 |
| Вул. Кульпарківська | 12 | 9 | 45 |
| Вул. Народна | 10 | 16 | 39 |
| Вул. Сяйво | 8 | 8 | 39 |
| Вул. Широка | 4 | 11 | 32 |
| Вул. Низинна | 2 | 6 | 28 |
| Вул. Гніздовського | 5 | 10 | 23 |
| Поліклініка № 3 | 0 | 7 | 16 |
| Вул. Суботівська | 0 | 16 | 0 |
| Сумарно перевезено | 94 пас | | |
| Зворотний напрямок | | | |
| Вул. Суботівська | 7 | 0 | 7 |
| Поліклініка № 3 | 14 | 1 | 20 |
| Вул. Гніздовського | 9 | 0 | 29 |
| Вул. Низинна | 7 | 5 | 31 |
| Вул. Широка | 13 | 9 | 35 |
| Вул. Сяйво | 6 | 12 | 29 |

Продовження табл. М5

| | | | |
|---------------------|---------|----|----|
| Вул. Народна | 9 | 7 | 31 |
| Вул. Кульпарківська | 5 | 13 | 23 |
| ТРЦ «Скриня» | 9 | 5 | 27 |
| Привокзальний ринок | 8 | 9 | 26 |
| Вул. Тобілевича | 6 | 8 | 24 |
| Пл. Кропивницького | 4 | 4 | 24 |
| Собор Св.Юра | 3 | 10 | 17 |
| Вул. Устияновича | 1 | 6 | 12 |
| Університет | 0 | 12 | 0 |
| Сумарно перевезено | 101 пас | | |