

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
Кафедра автомобілів і транспортних технологій**

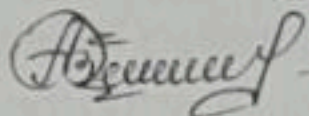
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня
магістр

Галузь знань 27 – «Транспорт»
Спеціальність 275 «Транспортні технології»
Спеціалізація 275.03 «Транспортні технології (на автомобільний транспорт)»

на тему: «Покращення мережі громадського транспорту м. Житомира з
урахуванням перспектив житлової забудови»

Виконав: студент групи ЗТРТ-22м

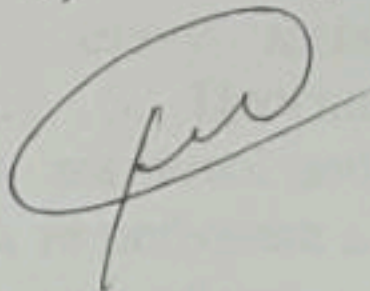
 – Анна ПЕХОЦЬКА

Керівник:



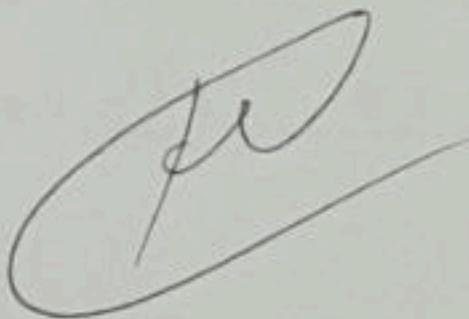
Дмитро БЕГЕРСЬКИЙ

Завідувач кафедри:



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Рецензент:



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Житомир – 2023 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Факультет: комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра: автомобілів і транспортних технологій

Освітній ступінь: «магістр»

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 275 «Транспортні технології»

Спеціалізація: 275.03 «Транспортні технології (на автомобільний транспорт)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри А і ТТ
Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

« 20 » 10 2023р.

ЗАВДАННЯ

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня магістр
Пехоцької Анни Валеріївни

1.Тема роботи: «Покращення мережі громадського транспорту м. Житомира з урахуванням перспектив житлової забудови» затверджена наказом вищого навчального закладу від «20» жовтня 2023 року № 602-С

Керівник роботи: к.т.н., Дмитро БЕГЕРСЬКИЙ

2. Строк подання студентом завершеної роботи 01.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: нормативно-правові документи, результати дослідження пасажиропотоків м. Житомира, передовий досвід моделювання пасажиропотоків на основі наукових літературних джерел.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Аналіз стану питання. 2. Дослідження наявної мережі громадського транспорту. 3. Прогнозування зміни транспортних потоків з урахуванням перспектив житлової забудови обраного району міста. 4. Аналіз результатів моделювання та побудова альтернативних маршрутів для покращення транспортного забезпечення обраного району міста. Загальні висновки та рекомендації. Список використаних джерел. Додатки.

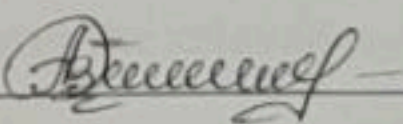
5. Пояснювально - роздавальний матеріал (презентація) – 20 слайдів.

Дата видачі завдання « 19 » 09 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

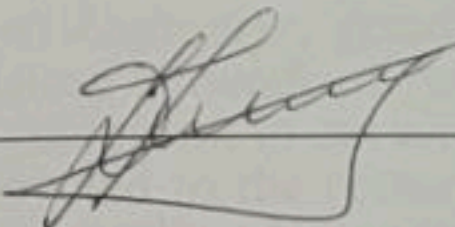
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Дослідження літературних джерел та робіт за проблемою якості транспортного забезпечення населення	17.09.2023	виконано
2.	Постановка та дослідження проблеми підвищення якості транспортного обслуговування населення в умовах зростання попиту на транспортні послуги	24.09.2023	виконано
3.	Моделювання існуючої мережі громадського транспорту	08.10.2023	виконано
4.	Створення прогностичної моделі з урахуванням перспектив житлової забудови	22.10.2023	виконано
5.	Розробка заходів для підвищення якості транспортного обслуговування населення обраного для аналізу району міста	05.11.2023	виконано
6.	Аналіз результатів досліджень і моделювання та розробка практичних рекомендацій	19.11.2023	виконано
7.	Оформлення пояснювальної записки	26.11.2023	виконано
8.	Рецензування	01.12.2023	виконано
9.	Попередній захист	04.12.2023	виконано
10.	Захист	11.12- 31.12.2023	

Студент



Анна ПЕХОЦЬКА

Керівник роботи



Дмитро БЕГЕРСЬКИЙ

АНОТАЦІЯ

Магістерської кваліфікаційної роботи студентки групи ЗТРТ-22м
Пехоцької Анни Валеріївни на тему: «Покращення мережі громадського
транспорту м. Житомира з урахуванням перспектив житлової забудови»

Робота складається з пояснювальної записки та роздатково-презентаційного матеріалу. Пояснювальна записка включає 104 сторінки друкованого тексту і складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Список використаних джерел містить 22 назви.

У вступі обгрунтовано актуальність теми досліджень, сформульовано мету і завдання дослідження.

Перший розділ присвячено аналізу стану питання. Тут розглянуті перспективи розвитку міста Житомир, загальні питання якості транспортного обслуговування населення, наявну мережу громадського транспорту. Проаналізовано перспективи житлової забудови міста.

Другий розділ присвячено дослідженням наявної мережі громадського транспорту. Проаналізовано методи натурних та модельних досліджень пасажиропотоків. Представлено модернізовану модель громадського транспорту міста. Проаналізовано результати натурних і модельних досліджень пасажиропотоків та обрано район міста для подальшого дослідження.

У третьому розділі представлено результати прогнозування на основі прогнозної транспортної моделі змін пасажиропотоків з урахуванням перспектив житлової забудови обраного для аналізу району.

У четвертому розділі, на основі аналізу результатів натурних досліджень і моделювання розроблені пропозиції щодо змін у мережі громадського транспорту для підвищення якості транспортного забезпечення населення обраного району.

ABSTRACT

Master's qualification thesis of Anna Valeriivna Pehotska on the topic:
"Improvement of the public transport network of the city of Zhytomyr taking into
account the prospects of residential development"

The work consists of an explanatory note and handout and presentation material. The explanatory note includes 104 pages of printed text and consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of used sources and appendices. The list of used sources contains 22 names.

The introduction substantiates the relevance of the research topic, formulates the goal and task of the research.

The first chapter is devoted to the analysis of the state of the issue. Prospects for the development of the city of Zhytomyr, general issues of the quality of public transport services, and the existing network of public transport are considered here. The prospects of residential development in the city are analyzed.

The second section is devoted to the research of the existing public transport network. The methods of real-life and model studies of passenger flows are analyzed. A modernized model of the city's public transport is presented. The results of real-life and model studies of passenger flows were analyzed, and a district of the city was selected for further research.

The third section presents the results of forecasting based on the predictive transport model of changes in passenger flows, taking into account the prospects of residential development in the district selected for analysis.

In the fourth chapter, based on the analysis of the results of field studies and modeling, proposals for changes in the public transport network to improve the quality of transportation for the population of the selected district are developed.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ	11
1.1. Соціально-економічна характеристика міста Житомир та перспективи його розвитку	11
1.2. Загальні питання якості транспортного обслуговування населення	22
1.3. Аналіз наявної мережі громадського транспорту м. Житомир	25
1.4. Аналіз перспектив житлової забудови міста Житомир	32
Висновки до першого розділу	37
2. ДОСЛІДЖЕННЯ НАЯВНОЇ МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	38
2.1. Натурні дослідження	38
2.1.1. Методи натурних досліджень пасажиропотоків	38
2.1.2. Дослідження пасажиропотоків	46
2.1.3. Результати досліджень	50
2.2. Моделювання наявної мережі громадського транспорту	56
2.2.1. Моделювання маршрутних систем	56
2.2.2. Моделювання попиту на транспортні послуги	66
2.2.3. Результати моделювання	75
2.3. Вибір району міста для дослідження зміни транспортних потоків з урахуванням перспектив житлової забудови	83
Висновки до другого розділу	84
3. ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ З УРАХУВАННЯМ ПЕРСПЕКТИВ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ ОБРАНОГО РАЙОНУ МІСТА	85
3.1. Визначення раціонального методу прогнозування попиту на транспортні послуги у місті Житомир	85
3.2. Моделювання пасажиропотоків з урахуванням перспективи житлової забудови	87

3.2.1. Зміни у базовій транспортній моделі	87
3.2.2. Результати моделювання	88
Висновки до третього розділу	90
4. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПОБУДОВА АЛЬТЕРНАТИВНИХ МАРШРУТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБРАНОГО РАЙОНУ МІСТА	92
Висновки до четвертого розділу	96
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	98
Список використаних джерел	100
ДОДАТКИ	103
Додаток А	104

ВСТУП

Відомо, що у сучасних умовах для будь-якого виду транспорту існує проблема якості перевезень пасажирів. Це викликано роллю транспорту в житті суспільства, оскільки велика частина поїздок пасажирів у містах пов'язана з трудовим процесом і збільшенням відстаней поїздок. Також було виявлено, що це, в свою чергу, загострює проблему регулярності перевезень, оскільки циклічність формування пасажиропотоків вимагає і відповідної організації пасажирських перевезень.

В даний час ця проблема повинна вирішуватися на основі створення безперервної логістичної системи транспортування пасажирів. Основною умовою цієї безперервної логістичної системи транспортування пасажирів стає своєчасне задоволення попиту на транспортну послугу шляхом автоматизації управління рухом пасажирського транспорту.

Крім того, на міському громадському маршрутному транспорті необхідне впровадження системи моніторингу кількості перевезених пасажирів. Конструктивно така система контролю пасажирських перевезень являє собою комплект з бортового контролера, встановленого на кожній одиниці рухомого складу і блоку з керуючою програмою, що знаходиться на диспетчерському пункті. Контролер по кабельній системі отримує сигнали від датчиків, встановлених в верхніх або нижніх частинах прорізів дверей для входу пасажирів.

Нинішній стан системи міського громадського транспорту вимагає розробки сучасних методів підвищення ефективності транспортної діяльності з обов'язковим урахуванням системного підходу. Також необхідно зазначити, що головним та першочерговим завданням є розвиток методичних положень до організації транспортного процесу, особливо тих, що стосуються підвищення його якості та безпеки.

До показників, за допомогою яких можливо оцінити якість перевезень, можна віднести наступні:

- час пересування;

- комфортабельність поїздки;
- час очікування транспорту;
- безпека поїздки;
- ціна поїздки.

Показник рівня безпеки перевезень пасажирів міським громадським пасажирським автомобільним маршрутним транспортом розглядається різними вченими з позиції різних підходів. Вагомість цього показника у всіх авторів різна, але, у всіх без винятку, присутність такого показника є обов'язковою. Окрім цього, погляд на таке поняття як «безпека перевезень» у кожного автора також свій. Відносячи його до складу послуги перевезення, автори виходять з таких понять, як:

- показник рівня аварійності;
- надійність водіїв;
- надійність транспортних одиниць;
- забезпечення безпеки умов перевезень.
- кваліфікованість водіїв.

На основі аналізу відомих досліджень встановлено, що у всіх стандартах, пов'язаних з маршрутними пасажирськими транспортними послугами, відображені вимоги безпеки перевезень.

Для підвищення якості перевезень в системі міського громадського пасажирського автомобільного маршрутного транспорту за виявленими показниками якості, необхідне впровадження комплексу заходів, сформованого за чотирма основними напрямками: соціальний; технічний; організаційний; економічний.

Таким чином, можна стверджувати, що задачі підвищення якості пасажирських перевезень громадським транспортом вимагають комплексного і системного підходу, а дослідження спрямовані на підвищення якості транспортного обслуговування населення у містах і, зокрема у Житомирі, є актуальними.

Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є прогнозування зміни попиту на пасажирські перевезення громадським транспортом з урахуванням перспектив житлової забудови у м. Житомирі та модернізація мережі громадського транспорту для своєчасного реагування на зміну у попиті і підвищення якості транспортного обслуговування населення.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. Проаналізувати перспективний генеральний план міста та інші документи міської ради. На основі цього аналізу визначити основні напрямки подальшого розвитку міста і перспективи житлової забудови.
2. Провести дослідження пасажиропотоків на мережі громадського транспорту м. Житомира. Розробити модель наявної мережі громадського транспорту. На основі порівняння результатів натурних спостережень і моделювання довести адекватність створеної моделі.
3. На прикладі обраного району міста створити прогнозну модель транспортного попиту.
4. На основі аналізу мобільностей населення обраного району міста розробити комплекс заходів, спрямованих на підвищення якості транспортного обслуговування з урахуванням змін транспортного попиту, викликаних збільшенням кількості населення у зазначеному районі міста.

Об'єктом досліджень є функціонування системи громадського транспорту м. Житомир в умовах підвищення транспортного попиту.

Предметом дослідження є мережа громадського транспорту м. Житомир

Наукова новизна роботи полягає у розробці комплексного підходу до створення прогнозних моделей мереж громадського транспорту, який ґрунтується не лише на зборі статистичної інформації, а і на аналізі містобудівної документації та натурних спостереженнях.

Практична цінність роботи полягає у запропонованому комплексі заходів, впровадження яких дозволить забезпечити підвищення якості транспортного обслуговування населення в умовах підвищення транспортного

попиту. При чому впровадження даного комплексу не потребує значних капіталовкладень, оскільки уся інфраструктура необхідна для цього уже наявна.

Зв'язок з темами, проектами, грантами.

Робота виконана в рамках договору з Житомирською міською радою про розробку комплексної схеми руху громадського транспорту Житомирської ОТГ.

Апробація результатів досліджень.

За результатами проведених досліджень опубліковано тези та зроблено доповіді на конференціях:

1. XV міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 24-26 жовтня 2022 року. м. Житомир [20].

2. Всеукраїнська науково-практична on-line конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених, присвячена Дню науки, 15-19 травня 2023 року. м. Житомир [21].

XVI міжнародна науково-практична конференція "Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 23-25 жовтня 2023 року. м. Вінниця [22].

1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

1.1. Соціально-економічна характеристика міста Житомир та перспективи його розвитку [1]

Житомир - місто обласного значення з населенням 270,9 тис. осіб, - адміністративний, економічний та культурний центр області. Територія в адміністративних межах міста становить 6083 га . Місто поділяється на 2 адміністративні райони: Богунський та Корольовський.

У загальній площі забудовані землі займають 66,4%, сільськогосподарські землі - 24,9%, відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом - 3,7%, відкриті заболочені землі - 0,1%, ліси та інші лісовкриті площі – 2,4% (144,6 га), внутрішні води – 2,6%.

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 26 липня 2001 року № 878 та Закону України «Про охорону культурної спадщини» місто віднесене до Списку історичних населених місць України.

Загальна кількість зайнятих у господарському комплексі міста за видами економічної діяльності становить 129,0 тис. чол. (майже 48% наявного населення), у тому числі зайняті економічною діяльністю на підприємствах, організаціях і громадських об'єднаннях – 85,2 тис. чол. (66,0% зайнятих у господарському комплексі), фізичні особи і працюючі в них та інші (зайняті у особистому підсобному господарстві, військові, служителі релігійних культів тощо) – 43,8 тис. чол. (34,0%).

Провідною галуззю економіки Житомира є промисловість. В структурі промислового виробництва найбільшу питому вагу займає харчова промисловість та перероблення сільськогосподарських продуктів, легка промисловість. Всього у промисловості зайнято 20,5 тис. чол. (16,0% кількості зайнятих у господарському комплексі міста).

До Житомира підходять п'ять автомобільних доріг державного значення: автомобільна дорога міжнародного значення М-06, сполученням Київ-Чоп (на Будапешт через Львів, Мукачеве, Ужгород); автомобільна дорога національного значення Н-03, сполученням Житомир-Чернівці; автомобільна

дорога міжнародного значення М-21, сполученням Житомир-Могилів-Подільський (через Вінницю); автомобільна дорога регіонального значення Р-18, сполученням Житомир – Попільня - Сквир - Володарка - Ставище; автомобільна дорога регіонального значення Р-28, сполученням Виступовичі (на Мозир) - Житомир (через Овруч).

Пасажирські і вантажні перевезення у всіх видах сполучення обслуговує достатньо розвинений транспортний комплекс, інфраструктура якого складається з зовнішнього транспорту (залізничного, автомобільного), мережі зовнішніх транспортних артерій, магістральної вуличної мережі міста і мережі масового пасажирського транспорту.

На території міста діють залізничний вокзал, два автовокзали та аеропорт.

В Житомирі зосереджено близько 40% загальної кількості малих підприємств області, на яких зайнято 15,8 тис. осіб .

В місті сконцентрована основна частина науково-технічного потенціалу області, яка представлена науково-дослідними інститутами різної спеціалізації, дослідно – експериментальними підприємствами тощо, в яких зайнято 0,8 тис. чол. працюючих.

На даний час в Житомирі функціонує 25 вищих навчальних закладів І – ІУ рівня акредитації.

Житловий фонд міста становить 5392,7 тис.м², у тому числі багатоквартирна забудова - 4275,2 тис. м², садибна - 1117,5 тис.м². Середня житлова забезпеченість 19,9 м²/чол..

Переваги та обмеження перспективного соціально-економічного розвитку

Місто Житомир має сприятливі передумови для подальшого соціально-економічного розвитку. До найважливіших конкурентних переваг, які визначають специфіку міста та створюють умови для його перспективного розвитку, відносяться:

- сприятливе географічне положення. Відстань від Житомира до столиці України – міста Києва залізницею складає 165 км, автомобільними шляхами –

131 км. Житомир – великий транспортний вузол України. Згідно з Генеральною схемою планування території України та Постановою Кабінету Міністрів України про затвердження Концепції створення та функціонування мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні поблизу міста Житомира пройдуть траси двох міжнародних автомобільних транспортних коридорів: Європа – Азія сполученням Краківець – Львів – Рівне – Житомир – Київ – Полтава – Харків – Дебальцеве – Ізварине ; Крітський №3 сполученням Краківець – Львів – Рівне – Житомир – Київ. Траси згаданих транспортних коридорів в межах області проходять по існуючій автомобільній дорозі М – 06 сполученням Київ-Чоп (на Будапешт через Львів, Мукачеве, Ужгород). З півночі від міста, траси коридорів проходять по існуючій об’їзній дорозі;

- значний промисловий потенціал. В структурі промисловості найбільшу питому вагу має виробництво харчових продуктів та напоїв; текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри, виробів зі шкіри та інших матеріалів; виробництво гумових і пластмасових виробів, іншої неметалевої мінеральної продукції; металургійне виробництво, виробництво готових металевих виробів, крім машин і устаткування;

- наявність експортно-орієнтованих підприємств;

- значна кількість незадіяних виробничих приміщень та вільних земельних ділянок, придатних для ведення господарської діяльності, які є важливим ресурсом для залучення інвестицій, поповнення бюджету та створення нових робочих місць. В існуючих промзонах виявлено резервні території, які можуть бути використані для розміщення підприємств, що за санітарними та планувальними вимогами потребують передислокації, розміщення малих підприємств, а також для формування нових промислово-комунальних та логістичних вузлів;

- наявність сировинної бази для харчової промисловості;

- наявність потужної структури нового типу – підприємництва, яке об’єднує малі підприємства та фізичних осіб і працюючих у них. Малі підприємства працюють практично в усіх видах економічної діяльності

господарського комплексу: оптова торгівля, громадське харчування, операції з нерухомістю тощо;

- розвинена науково-технічна база, яка є тим ресурсом, що сприятиме становленню Житомира як інноваційно-технологічного центру;
- значна кількість установ освіти. Мережа вищих навчальних закладів різних рівнів акредитації та форм власності налічує 25 вищих навчальних закладів I-IV рівнів акредитації;
- розвинена мережа банківських установ;
- значний історико-культурний потенціал, який створює підґрунття для формування міста як туристичного центру та створення повноцінної туристичної інфраструктури.

Основні напрямки розвитку господарського комплексу

Згідно з Законом України «Про генеральну схему планування території України» від 7.02.2002 р. № 3059-III режим перспективного розвитку м. Житомир пов'язаний з якісним удосконаленням економічної бази та структури землекористування, екологічною реабілітацією території, а також нарощуванням науково-інформаційної сфери та соціально- культурного та туристичного потенціалу. Вирішальними чинниками подальшого розвитку господарського комплексу Житомира є наявність:

- кваліфікованих кадрів у всіх сферах діяльності, у т. ч. промисловості, що є і залишається на перспективу однією із провідних галузей економіки міста;
- розвиненої транспортно-комунікаційної інфраструктури, значущість якої буде підсилено будівництвом транспортних коридорів, аеропорту «Житомир»;
- наявність резервних територій в промзонах;
- потужної структури нового типу – підприємництва;
- науково-освітньої бази, що може забезпечити інноваційну спрямованість розвитку міста;
- значного історико-культурного та природного потенціалу, що сприятиме розвитку туристичної сфери тощо.

Все вище наведене визначило тип спеціалізації господарського комплексу Житомира на перспективу як промислово-транспортно-оптово-торгівельно-туристичний з доповнюючою функцією науково-освітньою, капітального будівництва та обслуговування.

Загальна кількість зайнятих у господарському комплексі за видами економічної діяльності до кінця розрахункового етапу генерального плану, у порівнянні з існуючим станом, збільшиться на 5,4%, у т. ч. зайняті економічною діяльністю на підприємствах, в установах, організаціях і громадських об'єднаннях з 85,2 до 89,0 тис. чол. (4,5%), фізичні особи – суб'єкти підприємницької діяльності та працюючі у них; інші зайняті з 43,8 до 47,0 тис. чол. (7,3%).

Генеральним планом передбачається подальший розвиток господарського комплексу, що базується в першу чергу на використанні регіонального ресурсного потенціалу, а саме: природно-ресурсного, екологічного, політичного, історичного, культурного, тощо.

Нижче розглядається прогноз розвитку господарського комплексу м. Житомир.

Найважливішими підставами подальшого розвитку промисловості міста на перспективу є:

- поліпшення соціально-економічної ситуації в місті в цілому;
- поліпшення структури економіки міста (найбільшу питому вагу за чисельністю зайнятих має зберегти промисловий комплекс міста);
- позитивна динаміка інвестиційної активності.

Генеральним планом розглянуті питання по використанню та впорядкуванню територій міста, визначенню меж промислових формувань та уточнення їх галузевої спрямованості.

На розрахунковий етап пропонується створення нових промислових формувань з урахуванням використання площ діючих підприємств а також впорядкування територій існуючих промислових формувань.

Аналіз сучасного стану промислових територій та прогноз розвитку

промисловості виявили необхідність коригування меж існуючих промислових формувань міста та території окремих підприємств, виходячи з містобудівних потреб міста.

Рішеннями генерального плану на перспективу в межах міста запропоновано створення наступних промислово-виробничих формувань:

1. ***Східна промзона*** у складі:

- *Північно-східний промислово-комунальний промрайон*
- *Східна територіальна група промислово-комунальних підприємств*
- *Південно-східний промислово-комунальний промрайон*
- *Південний промислово-комунальний вузол*

2. ***Північно-західний промрайон***

3. ***Центральний комунально-транспортний вузол***

4. ***Північно-Східна комунальна група підприємств***

5. ***Окремо розташовані підприємства за межами промутворень***

Із складу промформувань виключені квартали житлової забудови та окремі промислові підприємства, які в результаті планувальних рішень виявились відокремленими від основної території промформувань, але залишились в існуючих межах. Крім цього, намічені до передислокації ряд підприємств, що розташовані в центральній частині міста без необхідних санітарно-захисних зон.

У результаті трансформації території на перспективу загальна площа промформувань складатиме близько **2192,0 га проти сучасної 2397,0 га**. За тенденціями подальшого розвитку промислові території в межах міста становитимуть **близько 737,6 га проти 579,6 га**.

Існуючі *промрайон Східний* та *Південно-східний промвузол* становлять однорідне багатофункціональне формування, генеральним планом передбачено їх об'єднати в єдину ***Східну промзону***, яка в свою чергу планувально поділяється на: *Північно-східний* та *Південно-східний промислово-комунальні промрайони*, *Східну територіальну групу промислово-комунальних підприємств* та *Південний промислово-комунальний вузол*.

Східна прмзона є найбільшим промисловим утворенням, загальна площа якого складатиме **близько 1376,0 га.**

Існуючий *Північно-східний промрайон* ліквідується як окреме промформування, а в північній його частині створена ***Північно-східна комунальна група підприємств*** у складі якої: гаражі, склади, електропідстанція, виробничо-постачальна діляниця «Аграрно- промислове об'єднання «Укрхміль» та ін. підприємства. Площа даного промформування на перспективу **складатиме 100,0 га проти існуючого 270 га.**

Згідно з проектними пропозиціями *Північно-західний промрайон* пропонується скоротити – із складу промформування виключені квартали житлової забудови та окремі малі підприємства, територія складатиме **близько 250 га проти 331 га існуючого.**

Територія *Центрального промрайону* **скорочується з 238 га до 135 га,** створюючи ***Центральний комунально-транспортний вузол***, який змінює (розширює) своє функціональне значення.

Існуючі *Центральна галузева група підприємств* та *Територіальна група підприємств*

«Корбутівка» ліквідуються як промформування, що пов'язано з тим, що ряд промислових підприємств промрайону – ТОВ Котлозавод «Крігер», борошномельний цех ВАТ «Житомирський комбінат хлібопродуктів», ВАТ «Завод нестандартного устаткування», ВАТ Житомирський завод «Автозапчастина», ВАТ Житомирський завод «Агромаш» знаходяться у стадії ліквідації, а частина не відповідає містобудівним потребам і передбачена до виносу на резервні території Північно-східного промислово-комунального промрайону. Кондитерська фабрика ЗАТ «Житомирські ласощі» по вул. Домбровського продовжуватиме свою діяльність на розрахунковий етап.

Окремі підприємства **за межами промформувань** розташовані в різних частинах міста, межують з кварталами житлової та громадської забудови і не мають можливостей організації санітарно-захисних зон. Переважна частина цих підприємств передбачається до передислокації в межі промислових формувань

міста.

Загальна площа підприємств і установ, що рекомендовані до передислокації становить близько 106 га, у тому числі території промислових підприємств близько 62,5 га, території автотранспортних підприємств – 9,0 га, комунально-складського господарства – 34,4 га. Із них території підприємств, які припинили свою діяльність складають близько 27 га.

Капітальне будівництво Для ефективного здійснення будівельної діяльності на перспективу необхідно, щоб її основні складові ланки (будівельно-монтажні, ремонтно-будівельні організації, будівельна інфраструктура та ін.) розвивались випереджаючими темпами по відношенню до темпів росту основного капіталу і відповідали умовам розвинутого соціально-направленого ринку і очікуваного розвитку господарського комплексу м. Житомир.

У зв'язку із збільшенням обсягу капітального будівництва в різних галузях господарського комплексу міста на період до 2035 року, а саме промислово-комунальній, соціально-культурній сферах та інженерно-транспортній інфраструктурі передбачається зростання обсягів підрядних робіт, які будуть виконуватись міськими будівельними організаціями усіх форм власності.

На розрахунковий етап кількість працюючих в будівельно-монтажних організаціях збільшиться з 3,1 тис. чол. до 4,0 тис. чол.

Оптова та роздрібна торгівля і посередництво в торгівлі. Розвиток оптової торгівлі буде характеризуватись подальшим збільшенням потужностей.

На розрахунковий етап частина існуючих складських приміщень, що розміщується на території близько 34 га, намічена до передислокації. Перелік підприємств, їх площа та місце передислокації вказані далі в таблиці.

Генеральним планом передбачені території для подальшого розвитку цієї галузі у Північно-східному промислово-комунальному промрайоні – 45 га, на яких доцільно розмістити логістичні центри , РОК, транспортно-складські комплекси (ТСК).

Кількість зайнятих в даному виді економічної діяльності на розрахунковий етап становитиме близько 10,0 тис. чол.

Вищі та професійно-технічні навчальні заклади. *Мережа вищих навчальних закладів.* Необхідною умовою і метою модернізації системи освіти, основним чинником її подальшого розвитку має стати забезпечення єдності освіти і науки в процесі підготовки та перепідготовки кадрів.

На розрахунковий етап (у відповідності до Закону України “Про вищу освіту” від 17.01.2002 р. № 2984-III та даних^{*)} Міністерства освіти і науки України) генеральним планом передбачається збільшення контингенту студентів вищих навчальних закладів до 48,4 тис. чол., у тому числі у вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації – до 30,5 тис. студентів, у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації – до 10,5 тис. студентів, у відокремлених структурних підрозділах вищих навчальних закладів інших регіонів – до 7,4 тис. студентів, що у порівнянні із сучасним станом передбачає збільшення кількості студентів на 13,3%.

Чисельність науково-педагогічних працівників та обслуговуючого персоналу розрахована у відповідності з постановою Кабінету Міністрів України від 17 серпня 2002 р.

№ 1134 і орієнтовно складатиме 6,8 тис. чол., у тому числі у вищих навчальних закладах III- IV рівнів акредитації 5,4 тис. чол.

Загальна кількість працюючих в учбових закладах підвищення кваліфікації збільшиться з 0,1 тис. чол. до 0,2 тис. чол.

Мережа професійно-технічної освіти. Поліпшення соціально-економічної ситуації (потреба нових робочих місць з новою профорієнтацією на підприємствах, розширення дефіцитних спеціальностей), сприятиме розвитку професійно-технічної освіти.

На розрахунковий етап (1.01.2035 р.) кількість учнів в системі профтехосвіти збільшиться і складатиме 6,6 тис. осіб, а чисельність викладачів та обслуговуючого персоналу – 1,2 тис. чол.

Для подальшого розвитку професійно-технічної освіти м. Житомира

генеральним планом намічені території для розвитку навчальної бази міста в районі вулиці Щорса (5 га). **Дослідження, розробки та проектна діяльність.** Подальший розвиток науки і наукового обслуговування відбуватиметься у відповідності з державними програмами розвитку господарського комплексу України на інноваційній основі.

До найбільш поширених і ефективних форм організації науково-технічної діяльності слід віднести насамперед технологічні і наукові парки (технопарки).

У цьому напрямі передбачається створення технопарку на незадіяних потужностях ВАТ „Житомирський завод хімічного волокна”, також проектом на території Північно-східного промислово-комунального промрайону створення технополісу технологічного профілю (15 га).

Економічна стратегія розвитку міста на перспективу передбачає подальший розвиток наукової галузі за рахунок залучення інвестицій в цю структуру, розвитку існуючих та створення нових, переважно малих, наукових підприємств. Кількість зайнятих дослідженнями і розробками та проектною діяльністю на перспективу орієнтовно становитиме 0,8 тис. чол.

Розвиток об’єктів оздоровчо-рекреаційного обслуговування

Завдяки сприятливому поєднанню рекреаційних та туристських ресурсів, туризм має стати однією з пріоритетних сфер перспективного розвитку міста, яка забезпечуватиме значні та стабільні надходження у міський бюджет, активізацію зайнятості населення.

Для подальшого успішного розвитку туризму в Житомирі передбачається відновлення культурно-історичних об’єктів міста та розвиток туристичної інфраструктури, а саме:

- створення історико-культурного центра «Старий Житомир» на базі комплексу споруд і території пам’ятки архітектури «Архієрейське подвір’я»;
- реконструкція вул. Михайлівської з відновленням «історичного обличчя» фасадів будівель з перетворенням її на культурно – історичний осередок;
- розширення парку культури та відпочинку ім. Ю. Гагаріна за рахунок

територій на правому березі р. Тетерів;

- підготовка ботанічного саду Житомирського національного агроєкологічного університету до включення в туристичні маршрути;
- створення історико – архітектурного заповідника на Замковій горі;
- створення міського туристично-інформаційного центра;
- модернізація готельної мережі та будівництво нових готельних комплексів;
- створення та подальший розвиток місць відпочинку (пляжі, басейни, спортивно- оздоровчі комплекси тощо);
- вдосконалення транспортного обслуговування, будівництво та реконструкція автошляхів, розвиток автомобільного сервісу;
- організація та проведення постійних міжнародних фестивалів, конкурсів, виставок.

Рішеннями генерального плану для ефективного розвитку туризму передбачається створення туристично-інформаційного центру з готелем на 300 місць. Центр надаватиме допомогу в вивченні пам'яток архітектури, культури, історії, презентуватиме культурні, спортивні заходи, екскурсійні пропозиції тощо. Крім того, передбачається будівництво готелю на 300 місць по вул. С. Корольова.

З метою розвитку автомобільного туризму в південно-східній частині міста в районі авто- спортивного комплексу, що проектується, намічається розміщення мотелю та кемпінгів.

Загальна потреба населення Житомира у оздоровчо-рекреаційних та туристичних закладах складе на кінець розрахункового етапу 23,0 тис. місць, у тому числі:

- установи санаторного лікування (санаторії, пансіонати з лікуванням, санаторії - профілакторії) – 0,8 тис. місць;
- установи відпочинку (будинки та пансіонати відпочинку, бази відпочинку, дитячі оздоровчі табори та інші) – 16,5 тис. місць;
- установи туризму – 5,7 тис. місць.

В межах області має розміститися близько 50% потреби населення міста в установах санаторного лікування, що складатиме 0,4 тис. місць. Решта потреби в установах санаторного лікування буде реалізовуватися в курортно-рекреаційних районах за межами області (Трускавець, Хмельник, Миргород тощо).

Санаторного лікування здійснюватиметься в районі с. Дениші, де Постановою Ради Міністрів УРСР від 10.12. 1977 р. № 606 « Про затвердження переліку і границь територій, що резервуються для організації зон лікування, відпочинку і туризму в Українській РСР» була затверджена зона відпочинку, та с. Іванівка. У с. Глибочок Житомирського району виявлене родовище торф'яної грязі, рекомендованої для використання в бальнеологічних цілях.

Розміщення рекреаційних установ та установ туризму в Житомирському районі намічається в районі сіл Дениші, Корчак, Крути, Висока Піч, Левків, Бондарці тощо.

Частину установ тривалого відпочинку та туризму для населення Житомира пропонується розмістити за межами зони впливу Житомира, поблизу Коростишів, Радомишля, смт Корнин Попільнянського району тощо.

1.2. Загальні питання якості транспортного обслуговування населення

Відомо [2], що у сучасних умовах для будь-якого виду транспорту існує проблема якості перевезень пасажирів. Це викликано роллю транспорту в житті суспільства, оскільки велика частина поїздок пасажирів у містах пов'язана з трудовим процесом і збільшенням відстаней поїздок. Також було виявлено, що це, в свою чергу, загострює проблему регулярності перевезень, оскільки циклічність формування пасажиропотоків вимагає і відповідної організації пасажирських перевезень.

В даний час ця проблема повинна вирішуватися на основі створення безперервної логістичної системи транспортування пасажирів. Основною умовою цієї безперервної логістичної системи транспортування пасажирів стає своєчасне задоволення попиту на транспортну послугу шляхом автоматизації

управління рухом пасажирського транспорту.

Крім того, на міському громадському маршрутному транспорті необхідне впровадження системи моніторингу кількості перевезених пасажирів. Конструктивно така система контролю пасажирських перевезень являє собою комплект з бортового контролера, встановленого на кожній одиниці рухомого складу і блоку з керуючою програмою, що знаходиться на диспетчерському пункті. Контролер по кабельній системі отримує сигнали від датчиків, встановлених в верхніх або нижніх частинах прорізів дверей для входу пасажирів.

Аналіз якості пасажирських автомобільних перевезень по показнику безпеки.

Як відомо, першорядне значення перевезень пасажирів автомобільним маршрутним транспортом визначається тим, що до 60% всієї транспортної роботи виконується саме цим видом транспорту. Проте, разом з такою великою кількістю транспортної роботи, в сфері пасажирського автомобільного маршрутного транспорту спостерігається доволі багато серйозних і актуальних проблем. Однією із таких проблем є те, що, у зв'язку з давнім терміном випуску та дуже тривалим і активним терміном експлуатації, значна частина парку автомобільного маршрутного транспорту є фізично і морально зношеною. В додаток до цього, через надзвичайно сильне збільшення кількості легкових автомобілів на дорогах в останні декілька років, пропускна здатність вулично-дорожньої маршрутної мережі в містах виявилася вичерпаною, значно погіршилися умови формування транспортних потоків, істотно збільшився час поїздки, з'явилися небачені раніше затори на багатьох не тільки центральних, але й другорядних вулицях. Всі ці фактори, перераховані вище, негативно впливають на безпеку перевезень пасажирів, яка, окрім цього, і так відстає від світового рівня. Паралельно з цим залишається високим внесок автомобільного маршрутного транспорту в забруднення навколишнього середовища. Усі вищеперераховані проблеми ми можемо яскраво спостерігати і у місті Житомир.

Таким чином очевидно, що зазначені проблеми значно погіршили якість перевезень в системі пасажирського автомобільного маршрутного транспорту.

Нинішній стан системи міського громадського транспорту вимагає розробки сучасних методів підвищення ефективності транспортної діяльності з обов'язковим урахуванням системного підходу. Також необхідно зазначити, що головним та першочерговим завданням є розвиток методичних положень до організації транспортного процесу, особливо тих, що стосуються підвищення його якості та безпеки.

До показників, за допомогою яких можливо оцінити якість перевезень, можна віднести наступні:

- час пересування;
- комфортабельність поїздки;
- час очікування транспорту;
- безпека поїздки;
- ціна поїздки.

Показник рівня безпеки перевезень пасажирів міським громадським пасажирським автомобільним маршрутним транспортом розглядається різними вченими з позиції різних підходів. Вагомість цього показника у всіх авторів різна, але, у всіх без винятку, присутність такого показника є обов'язковою. Окрім цього, погляд на таке поняття як «безпека перевезень» у кожного автора також свій. Відносячи його до складу послуги перевезення, автори виходять з таких понять, як:

- показник рівня аварійності;
- надійність водіїв;
- надійність транспортних одиниць;
- забезпечення безпеки умов перевезень.
- кваліфікованість водіїв.

На основі аналізу відомих досліджень встановлено, що у всіх стандартах, пов'язаних з маршрутними пасажирськими транспортними послугами, відображені вимоги безпеки перевезень.

Також можна навести узагальнені результати експертних оцінок найбільш значущих показників якості маршрутних пасажирських перевезень та результатів аналізу вимог споживачів, які показали наступний розподіл:

- 1) Безпека поїздки P1 - 23,3%;
- 2) Комфортність поїздки P2 - 23,0%;
- 3) Доступність поїздки P3 - 22%;
- 4) Вартісний показник P4 - 18,2%;
- 5) Інформаційний показник (рівень інформаційного сервісу) P4 - 13,5%.

Для підвищення якості перевезень в системі міського громадського пасажирського автомобільного маршрутного транспорту за виявленими показниками якості, необхідне впровадження комплексу заходів, сформованого за чотирма основними напрямками: соціальний; технічний; організаційний; економічний.

Таким чином, можна стверджувати, що задачі підвищення якості пасажирських перевезень громадським транспортом вимагають комплексного і системного підходу, а дослідження спрямовані на підвищення якості транспортного обслуговування населення у містах і, зокрема у Житомирі, є актуальними.

1.3. Аналіз наявної мережі громадського транспорту м. Житомир

На перспективу розвиток транспортної галузі пов'язаний з реформуванням економіки міста. Обсяги продукції промисловості, будівництва, торгівлі в основному визначають завантаженість транспортних комунікацій та вантажних робіт на транспорті.

На розрахунковий етап передбачається розвиток в першу чергу автомобільного і залізничного транспорту, які визначають специфіку регіону та відповідають регіональним проблемам, а також підвищення ефективності його використання з метою повного і якісного розширення обсягів міжнародних

послуг шляхом створення в м. Житомирі потужного багатопрофільного транспортного вузла та приєднання його до національної мережі транспортних коридорів.

На перспективу Генеральним планом запропоновано до виносу з центральної частини міста ряд автотранспортних підприємств на вільні території промформувань, загальною площею близько 9 га, виходячи з містобудівних рішень.

Підприємства автотранспорту, які потребують додаткової території для розширення та реорганізації, проектом передбачено їх розміщення в Північно-східному промислово- комунальному промрайоні.

Крім того, в Північно-східному промислово-комунальному промрайоні, на території

15 га, передбачений сервісний центр з обслуговування автомобілів регіонального і міжнародного значення.

На розрахунковий етап буде введений в експлуатацію аеропорт «Житомир», де працюватиме близько 0,1 тис. осіб, а також підприємство, яке займеться технічним обслуговуванням літаків авіакомпанії .

На перспективу, враховуючи розвиток автомобільних, залізничних та авіаційних перевезень, підвищення рівня обслуговування в транспортній галузі, чисельність зайнятих у даному виді діяльності збільшиться і становитиме 4,0 тис. чол.

Громадський транспорт визначено одним із основних пріоритетів розвитку мобільності у Житомирі. Пріоритетність розвитку громадського транспорту передбачено Планом сталої міської мобільності (ПСММ) міста Житомира, затвердженим рішенням Житомирської міської ради від 20.06.2019 року № 1479¹.

Маршрутна мережа громадського транспорту характеризується високим рівнем доступності: 96% населення міста Житомира проживають у 500-метровій зоні доступності до зупинок громадського транспорту (рисунок 1.1).

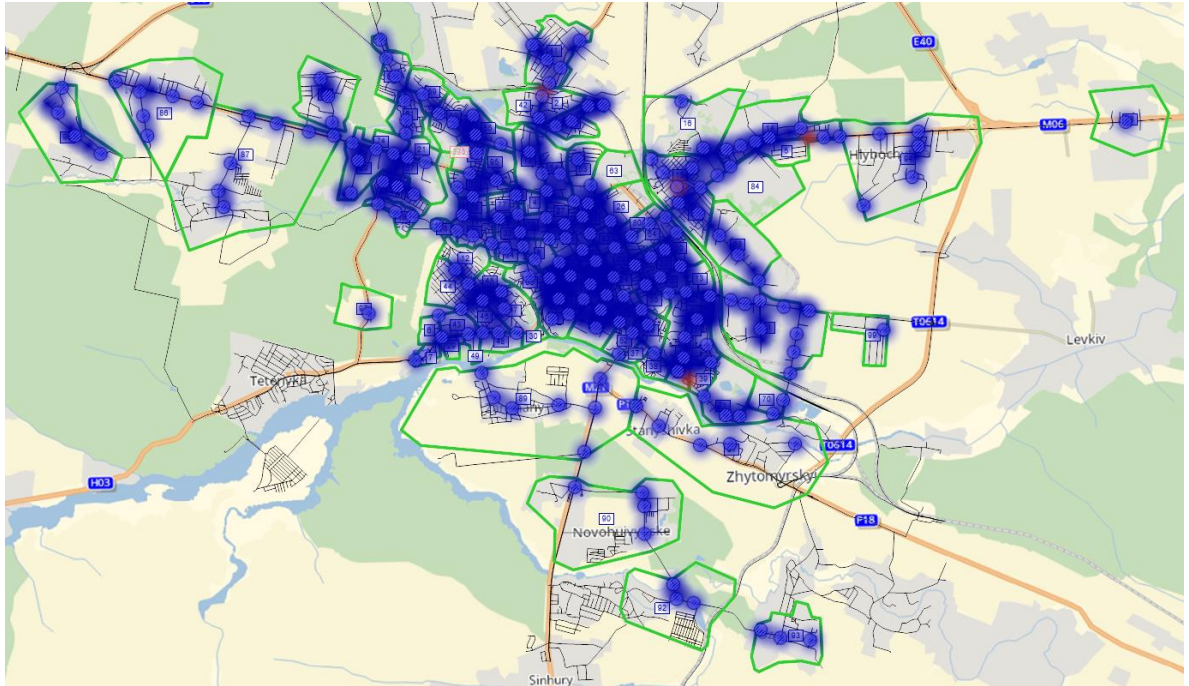


Рис. 1.1 Зони 500-метрової доступності громадського транспорту у Житомир

Більше половини усіх поїздок на відстань від двох і більше кілометрів у місті здійснюється громадським транспортом.

Система міського пасажирського транспорту міста Житомира представлена автобусними, тролейбусними та трамвайними маршрутами. Станом на кінець листопада 2021 року в місті функціонує 21 автобусних, 13 тролейбусних і один трамвайний маршрути.

Характеристика та схеми руху міських автобусних маршрутів представлена в таблиці 1.1 та на рисунку 1.2.

Таблиця 1.1 Характеристика автобусної маршрутної мережі міста Житомир

№	Найменування кінцевих зупинок маршруту	Випуск автобусів, од	Перевізник
1	Маликова – Космонавтів	10	ПП «Іваницька Т.В»
3	Крошня – Корбутівка	10	ТОВ «САВ-ТРАНС»
4	Крошня – Обласна дитяча лікарня	10	ТОВ «САВ-ТРАНС»

5	Мальованка – Малинський ринок	8	ФОП Яценко С.А.
7	Сінний ринок – с. Вереси	2	ТОВ «САВ-ТРАНС»
8	Труда – Параджанова	14	ПП «Іваницька Т.В»
10	Крошня – Паперова фабрика	10	ТОВ «САВ-ТРАНС»
11	Митрополита Андрія Шептицького – Бориса Тена	8	ПП «ШЕРІФФ»
14	Соснова – Полісся	5	ФОП Клинчук І.С.
18	с. Лісове – Гаражний кооператив «Восход»	6	ПП «ШЕРІФФ»
19	с. Лісове – Біомедскло	12	ПП «ШЕРІФФ»
23	Богунія – Комбінат силікатних виробів	10	КП «ЖТТУ ЖМР»
25	Гідропарк – Саєнка	8	ТОВ «САВ-ТРАНС»
25А	Шосе Західне – хутір Затишок	4	ТОВ «САВ-ТРАНС»
26	Богунія – М'ясокомбінат	10	ФОП Белявський В.В.
27	Льва Толстого – алея Садова	7	ТОВ «САВ-ТРАНС»
30	Мальованка – Северина Наливайка	8	ПП «ШЕРІФФ»
33	Корабельна – Селецька	8	ПП «ШЕРІФФ»
37	Клосовського – Польова	8	ТОВ «Залізний Пегас»
44	Міське кладовище – Бориса Тена	10	ПП «ПАТП-2007»
58	Мальованка – Діагностичний центр	10	ПП «ШЕРІФФ»

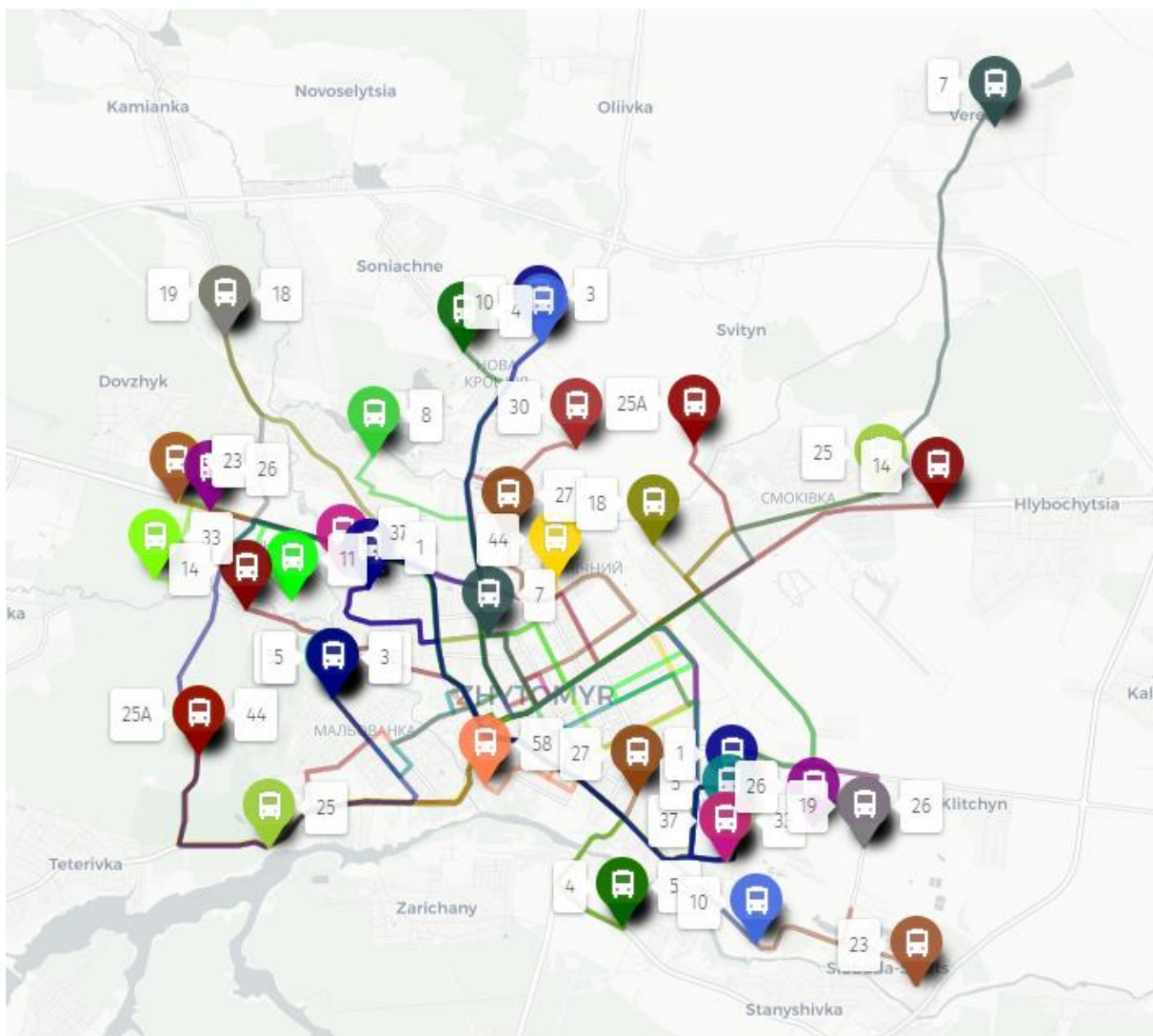


Рис. 1.2. Схема руху автобусних маршрутів м. Житомир

За результатами проведеного аналізу встановлено, що мережа автобусних маршрутів є досить розгалуженою та охоплює всі транспортні райони міста Житомира. Міські автобусні маршрути забезпечують сполучення малозаселених районів міста з його центром.

Актуальним питанням залишається дублювання автобусних маршрутів з маршрутами електротранспорту. Автобусні маршрути покривають близько 70% маршрутної мережі електротранспорту (по ділянками дороги, які оснащені контактною мережею).

Згідно з Програмою розвитку громадського транспорту Житомирської міської об'єднаної територіальної громади на 2020-2022 роки, електротранспорт є пріоритетним видом громадського транспорту. Розвиток

електричного транспорту, збільшення питомої ваги електротранспорту в міських пасажирських перевезеннях, в тому числі для покращення екологічної ситуації є одним із пріоритетних напрямків роботи КП «ЖТТУ», яке обслуговує маршрути електротранспорту.

Характеристика та схеми руху маршрутів електротранспорту представлена в таблиці 1.2 та на рисунку 1.3.

Таблиця 1.2. Характеристика тролейбусної маршрутної мережі міста Житомир

№	Назва маршруту	Випуск тролейбусів, од		Довжина маршруту, км
		Пік	Міжпік	
1А	Вокзал - Центр - Космонавтів	4	3	8,52
1Б	Космонавтів - Центр - Вокзал	4	3	8,52
2	Богунія - Вокзал - Смолянка	15	8	23,81
3	Богунія - Смолянка - Вокзал	15	8	24,02
4	Крошня - Космонавтів	14	7	22,97
4А	Крошня - майдан Станишівський	7	3	20,21
6	Крошня - ЗОК	3	-	19,87
7	Малікова – Вокзал (вих.)	-	-	13,12
7А	Маликова - Промислова	6	2	24,94
8	Маликова - Обласна лікарня	2	-	10,42
10	Богунія - Промислова	8	-	28,92
15	Гідропарк - Смолянка - Вокзал	8	4	19,5
15А	Гідропарк - Вокзал - Смолянка	8	4	19,6
	Всього:	94	42	244,42

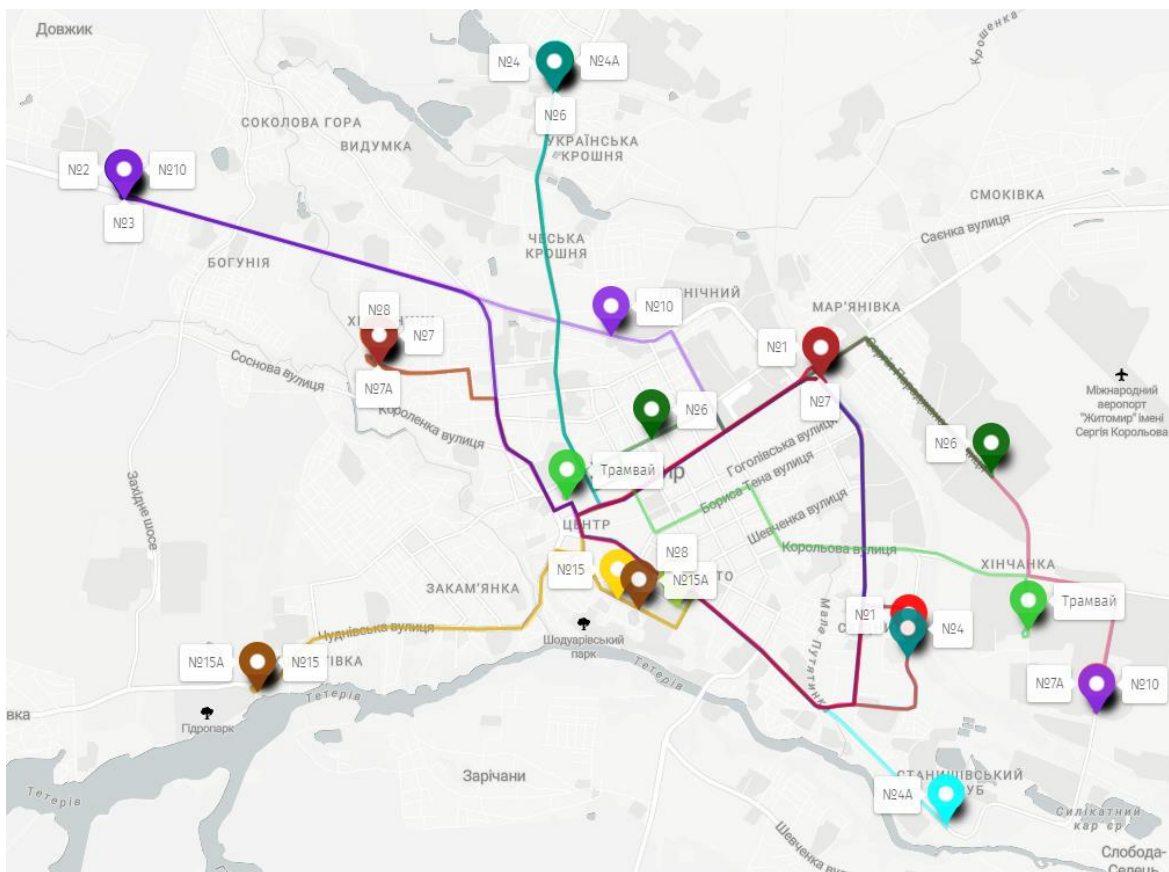


Рис. 1.3. Схема руху маршрутів електротранспорту м. Житомир

Мережа електротранспорту є розгалуженою, однак обмежена наявною контактною мережею. З метою розширення маршрутів електротранспорту необхідним є продовження гілок контактної мережі: на короткі відстані – без введення в експлуатацію додаткових тягових підстанцій; на значні відстані – з введенням в експлуатацію додаткових тягових підстанцій.

Однією з найбільших проблем КП «ЖТТУ» є застарілість парку рухомого складу електротранспорту. Варто зазначити, що Містом та КП протягом останніх років велася активна робота із заміни та поновлення парку рухомого складу.

Шляхом проведення капітального (капітально-відновлювального) ремонту та інших робіт, КП підтримує робочий стан електротранспорту. Проте, тролейбусний рухомий склад все ще потребує оновлення, оскільки, значна частина рухомого складу не відповідає сучасним вимогам щодо безпеки руху, екологічним нормативам та потребам пасажирів.

Одним із найбільш помітних проектів у цьому напрямі – проект «Модернізація тролейбусного парку КП «ЖТТУ» в співпраці з ЄБРР. В рамках цього проекту, рухомий склад КП було поповнено 50 одиницями нових тролейбусів виробництва «Белкоммунмаш». Як наслідок, середній вік тролейбусного парку скоротився та становить 26,5 року, однак це не відповідає нормативному строку експлуатації, який складає 10 років.

Середній вік трамвайних вагонів становить 36 років, що перевищує нормативний період експлуатації (15 років для трамвайного вагона) в більш ніж 2 рази.

1.4. Аналіз перспектив житлової забудови міста Житомир

Існуючий житловий фонд м. Житомир становить 5392,7 тис. м² загальної площі, у тому числі багатоквартирний 4275,2 тис. м² (79,3%), садибна забудова – 1117,5 тис. м²

Середня житлова забезпеченість по місту складає 19,9 м²/чол., що нижче за відповідний середній показник по міським поселенням в цілому по Україні – 22,1 м²/чол. і середній показник по Житомирській області – 22,2 м²/чол.

Визначення можливих обсягів житлового будівництва на розрахунковий етап здійснене виходячи з величини територіально-ресурсного потенціалу, житлових умов населення, що склалися в місті, необхідності забезпечення кожної сім'ї окремою квартирою або будинком, попиту населення на той чи інший тип житла – багатоквартирний або одноквартирний та необхідності формування ринку житла, здатного задовольнити потреби населення в житлі різного ступеню комфорту.

При розрахунку обсягів житлового будівництва передбачається, що частина існуючого житла буде вибувати з експлуатації за таких причин:

- ліквідації аварійного та ветхого житла в обсязі 71,0 тис. м², непридатного для подальшого проживання;
- знесення житлового фонду за планувальними рішеннями на

територіях вибіркової реконструкції в обсязі 60,8 тис. м².

Таким чином, обсяг житла, яке вибудуватиме з експлуатації протягом розрахункового етапу складе 131,8 тис. м² загальної площі.

Загальна площа існуючого житла, яке зберігається на перспективу становитиме 5260,9 тис. м² у тому числі фонд багатоквартирних будинків – 4172,2 тис. м², фонд будинків садибного типу – 1088,7 тис. м² (в ньому буде проживати, згідно розрахунків сельбищної ємності, орієнтовно, 200,2 тис. чол.).

Нове будівництво, включаючи добудову на існуючих садибних ділянках, визначене в обсязі 2438,3 тис. м², у тому числі: багатоквартирне – 2073,0 тис. м² (85%); садибне – 365,3 тис. м² (15%).

Таблиця 1.3. Обсяги та розміщення житлового будівництва

№ ділянки, місце розташування	Територія (га)	Щільність (чол./га)	Кількість садиб (од.)	Кількість проживаючих (тис. чол.)	Житловий фонд (тис. м ²)
1	2	3	4	5	6
<u>I. Території, що розташовані в межах міста</u>					
<i>Багатоквартирна забудова</i>					
Території, що реконструюються					
<i>а) Винесення промислово-комунальних підприємств</i>					
1 - район вулиць: Щорса; Чапаєва; Ольжича; пров. Пивоварний	5,0	250	-	1,3	46,0
3 - район вул. Короленка	4,0	250	-	1,0	35,0
5 – район вулиць: Черняхівського, Денишівська, Радонова	5,0	250	-	1,3	45,0
Разом:	14,0		-	3,6	126,0
<i>б) Землі МО</i>					
4 – район вулиць: Черняхівського, Чумацький шлях, Радонова	21,0	250	-	5,3	143,0

7 – район вул. Щорса, Майдан Визволення	13,0	250	-	3,3	89,0
6 – район вул. Маршала Жукова	5,6	250	-	1,4	38,0
Разом:	39,6		-	10,0	270,0
в) Території вибіркової реконструкції житлового фонду					
8 – район вулиць: Маяковського, Якіра, Перемоги	4,8	350	-	1,7	60,0
9 – район вулиць: Леваневського; Східна; Гоголівська; Шелушкова;	12,0	350	-	4,2	147,0
10 – район вулиць: Київська; Лятошинського; Щорса	0,7	350	-	0,2	7,0
11 – вулиці: Східна; Шевченка; Гоголівська; Бородія;	3,0	350	-	1,1	39,0
12 – район вулиць: Київська; Шелушкова; Леваневського; 1-ого Травня Хлібна	15,0	350	-	5,3	186,0
14 – район вулиць: Ватутіна; Народицька; Щорса	1,4	350	-	0,5	18,0
Разом:	36,9		-	13,0	457,0
Всього (п.а+п.б+п.в)	90,5			26,6	853,0
Вільні від забудови території					
13 – район вул. Радоної – ЛЕП- Шумського	1,3	345	-	0,5	15,0
23 – район вул. Черняхівського	5,4	300	-	1,6	60,0
Всього	6,7		-	2,1	75,0

Незавершене будівництво					
Окремі будинки	12,0	250	-	3,0	120,0
Всього	12,0	250	-	3,0	120,0
Разом по багатоквартирній забудові в межах міста	109,2		-	31,7	1048,0
Садибна забудова					
Незавершене будівництво					
17- в районі вулиць Коростишівської та Світинської, проїзду Професора Арциховського	2,2	-	21	0,1	4,0
Всього	2,2	-	21	0,1	4,0
Вільні від забудови території					
2 – район вул. Червоноармійська	6,0/2,8 ^{2/}	-	137 / 88	0,4/ 0,1	127,0/ 18,0
13 – район вул. Радонової – ЛЕП- Шумського	7,2	-	118	0,3	24,0
Всього	13,2	-	255	0,7	51,0
Разом по садибній забудові в межах міста:	15,4	-	276	0,8	55,0
Всього в межах міста:	124,6		276	32,5	1103,0
<u>II. Території, що присднуються до меж м. Житомир</u>					
Багатоквартирна забудова					
Вільні від забудови території					
15 – землі Зарічанської с/р	33,0	180	-	5,9	160,0
16 – землі Оліївської с/р	38,7	250	-	9,7	340,0
19 – землі Станишівської с/р	50,0	300	-	15,0	525,0
Всього по багатоквартирній забудові за межами міста:	121,7		-	30,6	1025,0
Садибна забудова					
Вільні від забудови території					
18 – землі Станишівської с/р	42,0	-	378	0,9	77,0

20 - землі Кам'янської с/р (вул. Орлова, Огурцова)	23,0	-	207	0,5	41,0
21 – землі Оліївської с/р (вул. Малинська)	11,8	-	106	0,3	21,0
22 - землі Оліївської с/р	38,0	-	342	0,9	68,0
Всього	114,8	-	1033	2,6	207,0
Незавершене будівництво					
24 – землі Станишівської с/р	6,9	-	82	0,2	16,0
25 – землі Станишівської с/р	16,7	-	163	0,4	33,0
26 - в районі вулиць Черняхівського, Проектної	4,2	-	34	0,1	7,0
27 - в районі вулиці Миклухо-Маклая	5,8	-	46	0,1	9,0
Всього	33,6	-	325	0,8	65,0
Разом по садибній забудові за межами міста	148,4		1358	3,4	272,0
Всього за межами міста:	270,1	-	1358	34,0	1297,0
Всього по Житомиру	394,7	-	1634	66,5	2438,3
у тому числі:					
▪ багатоквартирна забудова	230,9	-	-	62,3	2073,0
▪ садибна забудова	163,8	-	1634	4,2	365,3
у тому числі добудова на існуючих садибних ділянках	-	-	-	-	38,3

Крім цього, на кінець розрахункового етапу, передбачається включення існуючого житлового фонду (83,3 тис. м²) сіл Станишівка та Слобода-Селець, а також окремих житлових утворень, які згідно з рішенням генплану увійдуть до перспективної межі м. Житомир.

Потреба населення міста у соціальному житлі у загальному житловому

фонді міста становитиме 5-7%, тобто для населення Житомира обсяг соціального житла на 1.01.2035 р. може скласти близько 390,0 тис. м².

На розрахунковий етап генерального плану житловий фонд міста досягне **7782,5** тис. м². Частка багатоквартирного фонду становитиме 80,2% (6245,2 тис. м²), садибного – 19,8% (1537,3 тис. м²). Середня житлова забезпеченість в місті складе 28,8 м²/чол., середня житлова забезпеченість в багатоквартирному фонді – 27,1 м²/чол., в садибному – 38,7 м²/чол.

Висновки до першого розділу.

1. На основі аналізу проекту змін до генерального плану м. Житомир, показано перспективи подальшого соціально-економічного розвитку міста.
2. Проаналізовано перспективи розвитку житлової забудови у місті Житомир, що внесено до проекту змін генерального плану. Проаналізовано житлову забудову, що вже розпочато.
3. На основі проведеного аналізу щодо перспектив житлової забудови та аналізу наявної мережі міського громадського транспорту, можна зробити висновки про те, що наявна мережа громадського транспорту у деяких районах міста недостатньо розвинена, що може спричинити погіршення транспортного обслуговування населення цих районів після заселення розпочатої житлової забудови.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ НАЯВНОЇ МЕРЕЖІ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

2.1. Натурні дослідження

2.1.1. Методи натурних досліджень пасажиропотоків [3]

Для ефективного функціонування ринку транспортних послуг першочергове значення має повна інформація про попит на них, тобто про транспортні потреби мешканців міста. Для вивчення пасажиропотоків на маршрутах пасажирського транспорту використовують різні методи визначення пасажиропотоків, що представлені на рисунку 2.1.



Рис. 2.1 – Класифікація методів визначення пасажиропотоків [7 - 15]

Завдяки меншій похибці встановлення значень параметрів, що характеризують потоки пасажирів, найчастіше при плануванні і організації перевезень використовують **натурні обстеження пасажиропотоків**. Натурні обстеження включають в себе (рис. 2.1): методи обстеження пасажиропотоків за допомогою обліковців, анкетні методи вивчення попиту на пасажирські перевезення, автоматизовані методи обстеження пасажиропотоків. Розглянемо кожен з них більш детально.

Табличний метод обстеження проводиться обліковцями, які розташовуються в автобусі біля дверей, кількість обліковців має відповідати кількості дверей. Даний метод полягає у реєстрації обліковцями кількості пасажирів, які входять в ТЗ та виходять з нього на кожному зупинковому пункті (ЗП). Обліковці забезпечуються таблицями обстеження (рис. 2.2), в яких, окрім даних по ТЗ, його виходу і зміні, вказуються номери рейсів в прямому і зворотному напрямках, час відправлення їх і ЗП. По кожному ЗП рейсу обліковці заносять у відповідні графи кількість пасажирів, які увійшли і вийшли, а потім підраховується наповнення на перегонах маршруту. Облік і реєстрація пасажирів, які переміщаються, ведеться окремо кожним обліковцем, а обробка отриманих даних - спільно.

Обробка таблиць (рис. 2.2) обстеження пасажиропотоків на маршруті починається з того, що всі таблиці обліковців одного ТЗ зводяться в загальну за напрямками, що дає можливість визначити пасажирообмін на маршруті. При цьому сумарна кількість пасажирів, що увійшли в ТЗ, має відповідати сумарній кількості пасажирів, що вийшли з ТЗ.

Отримані дані дозволяють визначити: обсяг перевезень за годинами доби; пасажиропотоки на перегонах за годинами доби; коефіцієнти заповнення салонів ТЗ в будь-яку годину доби, що дозволить зробити висновки про надолік чи надлишок ТЗ на маршруті у визначений проміжок часу.

Табличний метод можна застосовувати при систематичному і разовому, суцільному і вибіркового обстеженнях. При суцільному і систематичному

обстеженнях форма таблиць має дозволяти обробку даних обстеження з використанням ЕОМ. З цією метою проводять угруповання таблиць, а потім сортують їх за маршрутами, годинами доби та днями тижня. [4, 6].

Маршрут № _____

Дата проведення _____ Час проведення _____

Напрямок руху: _____

Марка автобуса _____

Напрямок: від _____

Двері передні

задні

№ п/п	Час відправлення	_____ГОД.____ХВ.		_____ГОД.____ХВ.	
		Кількість пасажирів			
	Зупинки	З	В	З	В
1					
2					
.....					
23					
Час прибуття		_____ГОД.____ХВ.		_____ГОД.____ХВ.	

Рис. 2.2 – Бланк обстеження

Талонний метод – це один з найбільш складних методів обстеження з високою трудомісткістю обробки первинних матеріалів.

Обстеження проводять з метою визначення кількісних і якісних показників пасажирських перевезень: числа пасажирів, які входять та виходять на зупинкових пунктах і проїжджають на перегонах маршруту; загального числа пасажирів, які користуються маршрутом; кореспонденції в межах даного маршруту; середньої дальності поїздки; коефіцієнта заповнення ТЗ на

перегонах маршруту; регулярності руху на маршруті.

Талонне обстеження полягає у виконанні таких основних операцій: кожному пасажирові, який входить в ТЗ, працівник обліку вручає талон (індивідуальну анкету), на якому олівцем зафіксований номер пункту посадки. При виході пасажир віддає талон працівникові обліку, який закреслює в ньому номер пункту закінчення поїздки. При цьому від пасажирів вимагається висока організованість при посадці і висадці [4, 6].

Обробка матеріалів талонного обстеження виключно трудомістка. Основною операцією обробки є розкладка талонів за номерами пунктів початку і закінчення кожної поїздки. Така робота виконується по таблиці-матриці трикутної форми, за рядками і стовпцями якої в однаковій послідовності заносяться найменування зупинних пунктів одного напрямку маршруту і їх номери [4, 6].

У годинних таблицях змінюється дійсний характер зв'язків у часі, оскільки кожна з поїздок при обробці талонів умовно віднесена до однієї години за ознакою часу початку (або закінчення) незалежно від дійсного переходу ряду поїздок з години в годину, коли одну частину перегонів маршруту пасажир проїжджає в одній годині, а іншу – в подальшому. Тим самим не виправдано балансується число пасажирів, які увійшли і вийшли в одній годині, а звідси змінюється і число тих, що проїхали, тобто наявність похибки у визначеній потужності пасажиропотоку. Відповідно до цього потребу в ТЗ на кожну годину таким методом не визначають [4, 6].

Відмінною рисою талонного методу обстеження пасажиропотоків є те, що він дозволяє оцінити матрицю маршрутних поїздок при визначенні тих самих параметрів, що й при табличному методі обстеження [4, 6].

Таблично-опитувальний метод дозволяє уникнути недоліки талонного та табличного методів обстеження пасажиропотоків, зберігши переваги. При даному методі обстеження замість талонів, використовують опитувальні таблиці, що заповнюють обліковці біля дверей ТЗ зі слів пасажирів. Обробка матеріалів здійснюється аналогічно табличному методу.

При цьому використання табличного, талонного та таблично-опитувального методів обстеження пасажиропотоків не дозволяє синтезувати матрицю пересувань по місту в цілому, тобто вирішувати системні питання пасажирського транспорту на підставі даних методів важко. У випадках, коли необхідно отримати оперативну інформацію про пасажиропотоки на маршрутах застосування цих методів є не раціональним. У такому разі, для швидкого реагування на зміни транспортної ситуації застосовують візуальні методи обстеження пасажиропотоків.

Візуальний метод найчастіше застосовується на ЗП для визначення потужності пасажиропотоку на максимально напруженому перегоні маршруту і оцінки регулярності руху в контрольному перетині. Обліковці візуально визначають наповнення автобусів за умовною бальною системою і ці відомості заносять в спеціальні таблиці.

Наприклад, **1 бал** привласнюється, коли в салоні автобуса є вільні місця для проїзду сидячи; **2 бали** – всі місця для проїзду сидячи зайняті; **3 бали** – зайняті всі сидячі місця і пасажирів стоять вільно в проходах і накопичувальних майданчиках; **4 бали** – номінальна місткість використана повністю; **5 балів** – автобус переповнений, і частина пасажирів залишається на зупинці. Бали в таблицю заносять згідно з маркою і моделлю автобуса. Знаючи число місць для проїзду сидячи і місткість конкретної марки і моделі автобуса, можна від балів перейти до пасажирів, які переміщуються.

Візуальний метод у бальній оцінці наповнення дозволяє користуватися ним водіям або кондукторам автобусів, яким видається облікова таблиця. Цей метод дозволяє оцінити ступінь заповнення салону ТЗ, відстежити регулярність руху ТЗ, що дає можливість оперативно змінювати графік руху ТЗ на маршрутах для збільшення провізних можливостей на перевантажених маршрутах і напрямках [4, 6].

Силуетний метод є різновидом візуального з такими ж сферами використання. Замість бальної оцінки наповнення автобусів застосовують систему силуетів щодо типів автобусів, що знаходяться постійно у обліковців,

які підбирають номер силуету, співпадаючий з наповненням автобуса, і заносять в таблицю. Кожному силуету відповідає певне число пасажирів, які переміщаються [4, 6].

Обстеження роботи транспортних засобів, виявлення величин пасажиропотоків трудомісткі і вимагають залучення великого числа обліковців, крім того, дані, що збираються в результаті обстежень, піддаються обробці. Отримання результатів обстеження вимагає значного часу, і відображають характер зміни пасажиропотоків за минулий період.

У зв'язку з цим, розробляються і упродовжуються автоматизовані методи обстеження пасажиропотоків.

Автоматизовані методи обстеження пасажиропотоків забезпечують постійне і безперервне отримання інформації про об'єми перевезень з відносно малими витратами і без залучення обліковців.

Автоматизована система, розроблена Середньо-уральським об'єднанням, включає фотодатчики, вмонтовані в дверних отворах автобуса. При вході або виході пасажирів перетинають пучок світлових променів, що поступають до фотодатчиків, які фіксують рух пасажирів. Електричні імпульси від фотодатчиків поступають в блок дешифровки і залежно від черговості надходження прямують в регістр вхідних пасажирів, які виходять. Блок цифрової індикації підсумовує число пасажирів, які увійшли і вийшли на кожній зупинці.

Київським автомобільно-дорожнім інститутом спільно з Дніпропетровським пасажирським об'єднанням розроблений метод автоматизованого обліку пасажирів за допомогою контактних сходинок, які кріпляться до нижньої і верхньої платформ підніжок біля кожних дверей автобуса. Датчики контактних сходинок пов'язані з логічним блоком, де всі пасажирів діляться на тих, які входять і виходять. Всі дані фіксуються на реєстраційному приладі, який виконаний у вигляді друкуючого пристрою. Така система дозволяє отримати (за рахунок датчика шляху і датчика відкриття дверей) дані про номер зупинкового пункту, шляху, пройденого транспортним

засобом на перегонах, час прибуття і відправлення із зупинок, про число вхідних і вихідних пасажирів на кожній зупинці. Розміщення пристроїв автоматизованих методів обстеження усередині рухомого складу не дозволяє мати достовірної інформації в години пік при наповненні, що перевищує номінальну місткість. А саме по пасажиропотоках в ці години визначається необхідне число транспортних засобів на маршрутах. Зважаючи на це, сьогодні апробовано пристрої автоматизованого обстеження знімального типу, умонтовувані ззовні транспортного засобу навпроти кожної двері [5].

Характеристика і недоліки автоматизованих методів обстеження пасажиропотоків надані на рисунку 2.3.

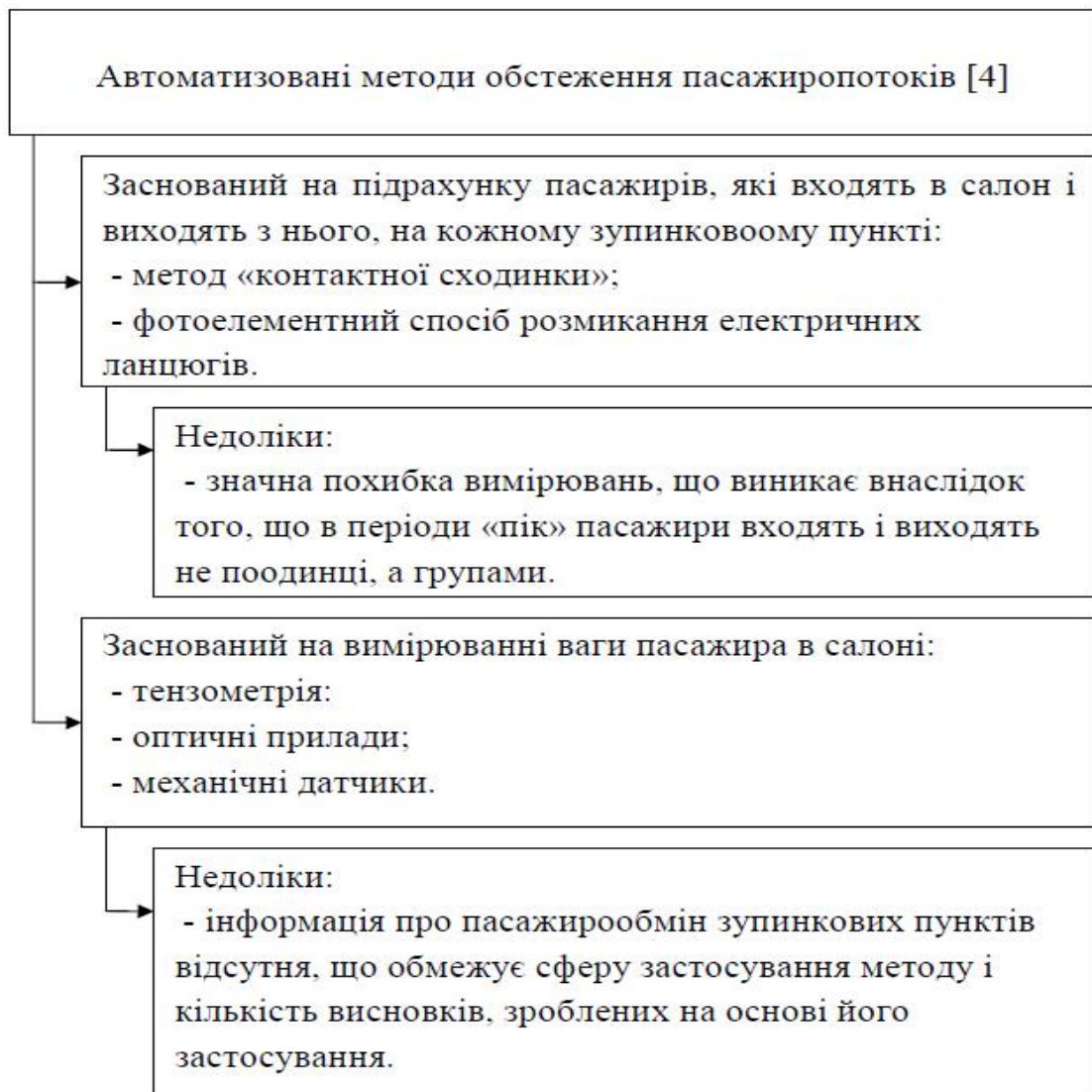


Рис. 2.3 – Характеристика і недоліки автоматизованих методів обстеження пасажиропотоків

Анкетні методи вивчення попиту пасажирських перевезень, як правило, охоплює всю маршрутну мережу обслуговуваного району і дозволяє виявити пасажиропотоки за всіма видами транспорту. Для нього характерна можливість встановлення потреби населення в перевезеннях за напрямками незалежно від маршрутної мережі, що склалася. Цей метод передбачає отримання необхідних відомостей за допомогою попередніх розроблених спеціальних опитних анкет. Успіх анкетного обстеження і достовірність отриманих даних багато в чому визначаються характером, простотою і ясністю поставлених питань. Тому форма анкети повинна бути ретельно продумана згідно з поставленою метою.

Найбільший ефект анкетне обстеження дає при опитуванні населення за місцем роботи основних пасажироутворюючих і пасажиропоглинаючих пунктів (з підключенням відділу кадрів) обслуговуваного району, хоча воно може проводитися безпосередньо в ТЗ або на ЗП. Складність представляє обробка анкет. З метою зниження трудомісткості їх обробки питання і відповіді кодуються і потім обробляються із застосуванням ЕВМ [4, 6].

Вивчення пасажиропотоків дозволяє виявити основні закономірності їх коливання для використання результатів обстежень в плануванні і організації перевезень. Інакше кажучи, характер зміни пасажиропотоків на маршрутах і в цілому по конкретному населеному пункту підкоряється певній закономірності. Тому систематичне виявлення розподілу величини пасажиропотоків за часом, довжині маршрутів і напрямам є основним завданням служби експлуатації. Результати обстежень пасажиропотоків використовують як для поліпшення організації перевезень пасажирів на маршрутах, що діють, так і для реорганізації транспортної мережі в цілому.

Робота з обстеження пасажиропотоків при будь-якому способі і незалежно від тривалості і широти обхвату повинна здійснюватися по заздалегідь складеному і затвердженому плану. План розробляється з урахуванням конкретних умов і має бути реальним по термінах виконання, об'єму роботи і кількості виконавців. План, як правило, складається з трьох

частин: підготовка проведення обстеження; робота з виконання обстеження і статистична обробка зібраних відомостей.

Для керівництва проведенням обстежень транспортні підприємства і об'єднання виділяють як інспекторів частину своїх співробітників. При масових обстеженнях населення оповіщається про початок і цілі обстежень за два-три тижні. Під час обстежень необхідно уникати порушення в роботі інших видів транспорту за рахунок чіткої координації в управлінні ними.

2.1.2. Дослідження пасажиропотоків

Дослідження пасажиропотоків на маршрутах громадського транспорту м. Житомира необхідний етап для розробки 4-крокової транспортної моделі і може бути використаним в проектах для оптимізації мережі маршрутів громадського транспорту та для оцінки ефективності функціонування окремих маршрутів.

Основна мета цього дослідження отримати об'єктивні дані щодо кількості пасажирів, яких перевозить той чи інший маршрут. Для цього по маршруту протягом певного періоду часу фіксується скільки людей зайшло і вийшло до нього по кожній зупинці. В результаті таких замірів можна дізнатись:

- загальну кількість пасажирів, які користуються маршрутом, а також наскільки ця кількість варіюється протягом дня;
- загальну завантаженість маршруту;
- на яких зупинках заходить/виходить більше пасажирів, що допомагає визначити важливі пересадкові вузли;
- дотримання графіків руху на кожному маршруті (визначити затримки проходження окремих ділянок, що може вказувати на проблемні місця маршруту).

Проведення подібного типу дослідження можна розділити на два етапи:

1. Облік висадки-посадки пасажирів з одиниці громадського транспорту.

2. Визначення частоти руху (інтервалів) та наповненості одиниць громадського транспорту.

Варто враховувати той факт, що на окремому маршруті транспортні засоби не наповнюються рівномірно, деякі будуть з більш або менш заповненими салонами, що впливає на якість надання послуг з пасажироперевезень. Інколи одна маршрутка може бути вщент забита, в той час як наступна поїде майже порожньою. Це часто трапляється тоді, коли громадський транспорт на спільних ділянках різних маршрутів з коротким інтервалом між транспортними засобами прибувають до зупинок, тоді той транспортний засіб, що йде першим, збирає більшість пасажирів.

Зрозуміло що, дані одиночного обліку висадки/посадки з одного транспортного засобу на одному маршруті (за умови що на маршруті функціонує більше рухомих одиниць, ніж було обстежено) не дадуть повної картини. Натомість, для того, щоб отримати профіль висадки/посадки типового маршруту необхідно:

- або провести облік в кількох транспортних засобах та усереднити їх результати;
- або провести зовнішній моніторинг частоти руху (інтервалів) та наповненості одиниць громадського транспорту, під час якого на обраних точках перетину маршрутів протягом цілого дня проводиться замір того, які маршрути громадського транспорту проїжджають в заданому напрямку та візуальна оцінка, наскільки вони заповнені. Потім ці дані допомагають усереднити результати по наповненості окремих рухомих одиниць маршруту і згенерувати дані щодо повного робочого дня функціонування маршрутів.

З урахуванням часу проведення досліджень в період воєнного стану на території України було узгоджено базовий період досліджень IV квартал 2021 року. Таке рішення обґрунтоване мінімально допустимим періодом стабілізації після останніх змін в мережі громадського транспорту Житомирської ОТГ.

Зміни в мережі громадського транспорту відбулись в серпні 2021 року введена нова тролейбусна мережа, а в жовтні 2021 року за результатами проведеного конкурсу запрацювала нова мережа автобусних перевезень.

Методики дослідження пасажиропотоків у Житомирської ОТГ

Методика проведення дослідження пасажиропотоків за результатами моніторингу руху транспортних засобів в системі «Дозор» та за даними продажу проїзних квитків (електронної оплати проїзду) в системі АСОП.

1. Від ТОВ «Дозор» за запитом отримані данні щодо відстеження руху громадського транспорту в період з 20 жовтня 2021 року по 31 жовтня 2021 року. Отриману інформацію щодо переміщення трекерів в межах Житомирської ОТГ ідентифікували з одиницями транспорту (стаціонарні термінали та мобільні термінали кондукторів).

2. Від КП «Житомиртранспорт» замовили інформацію щодо кількості проданих квитків (електронних оплат проїзду) за часом їх валідації в терміналах в період з 20 жовтня 2021 року по 31 жовтня 2021 року. Отримали інформацію з погодинним інтервалом (6:10, 7:10, ... 22:10).

3. Для відображення кількості пасажирів які зайшли в кожний транспортний засіб необхідна інформація з часом валідації зазначеним в роздрукованому проїзному квитку з точністю до хвилини для формування інформації щодо транспортного попиту з розподілом за кожним графіком руху на маршрутах.

Дана методика не дозволяє визначити ступінь наповненості транспортних засобів та визначити кількість пасажирів які виходили на зупинках.

На окремих маршрутах виконувалися дослідження рівня наповнення салонів транспортних засобів на перегонах маршрутів. Візуальні методи обстеження не дають змоги точно визначити більшість параметрів пасажирських потоків, однак з їх допомогою можна легко оцінити ступінь заповнення салонів. Для реалізації цих методів обліковці можуть знаходитись у середині салону або на будь-яких пунктах спостережень на маршрутах (найчастіше на зупинках). Досліджується наповненість салонів на основі збору

даних обліковців «силуетним» способом, які фіксують цей показник на зупинках та оцінюють його за наступною бальною шкалою:

- 1 бал – пасажирами зайнято менше половини місць для сидіння;
- 2 бали – пасажирами зайнято більше половини місць для сидіння, але вільні місця для сидіння ще є;
- 3 бали – зайняті всі місця для сидіння і до половини місць для стояння;
- 4 бали – транспортний засіб заповнений пасажирами цілком, але ввійти в нього ще можна, бо є вільні місця для стояння;
- 5 балів – транспортний засіб заповнений цілком (переповнений) і ввійти в нього неможливо.

Доступнішим і зрозумілішим показником, який відображатиме рівень наповнення пасажирських салонів транспортних засобів, повинен бути відсоток наповнення від номінальної пасажиромісткості. Відповідність бальним оцінкам така:

- 1 бал – до 25 %;
- 2 бали – 26-50%;
- 3 бали – 51-75;
- 4 бали – 76-96;
- 5 балів – 97-105%.

На підставі результатів обстеження наповненості салонів можна оцінити не тільки відсоток їх наповнення за періодами доби, але й фіксувати фактичний графік руху транспортних засобів, а також робити висновки про вплив регулярності на ступінь заповнення салонів.

З метою визначення наповненості транспортних засобів проведені натурні дослідження «силуетним» методом у ранковий час «пік» з 7:00 до 10:00 години.

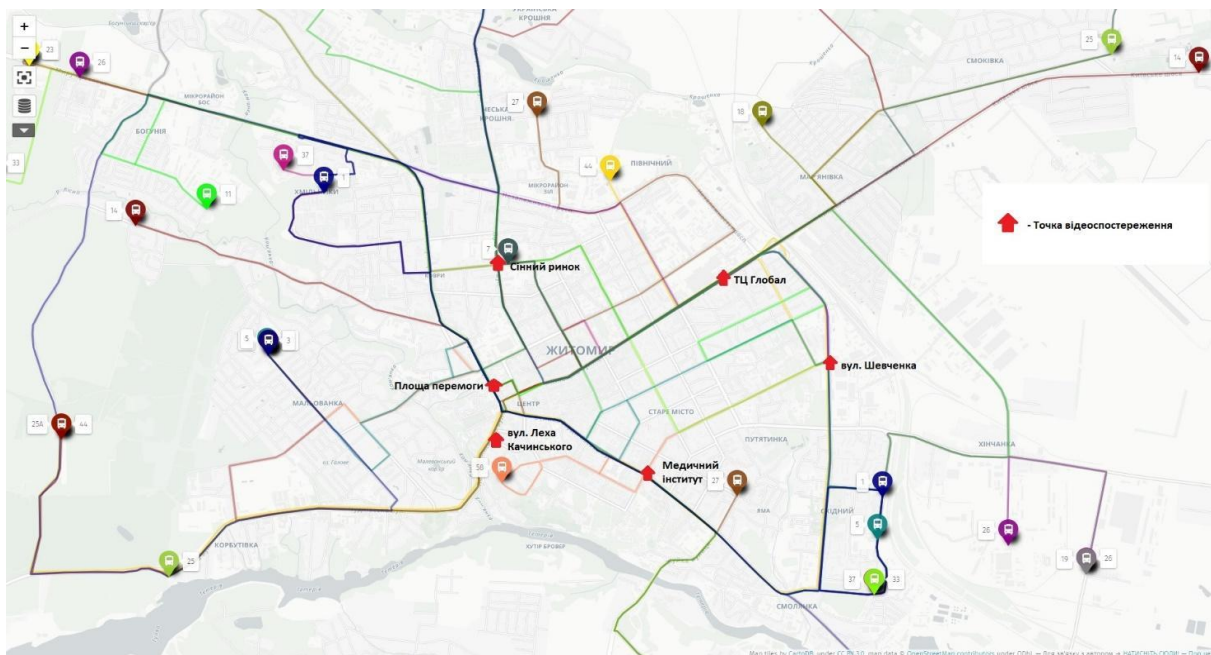


Рис. 2.4. Карта, точок спостереження «силуетним» методом

2.1.3. Результати досліджень

Згідно досліджень, проведених у 2022 році у рамках спільного проекту нашого університету з Житомирською міською радою щодо розробки комплексної схеми руху громадського транспорту Житомирської ОТГ, було встановлено, що вже при нинішньому рівні щільності населення виникають суттєві проблеми з транспортним забезпеченням особливо у години пік (рис. 2.5 – 2.9). На рис.2.5 – 2.9 представлено результати досліджень проведених методом моніторингу в салоні транспортних засобів. Під час цих же досліджень також встановлювалась кількість пасажирів, що виходять і заходять до транспортного засобу на зупинках маршруту (рис. 2.10 – 2.14)

Як видно з представлених результатів, у пікові години увесь транспорт у заданому районі працює із максимальним завантаженням.

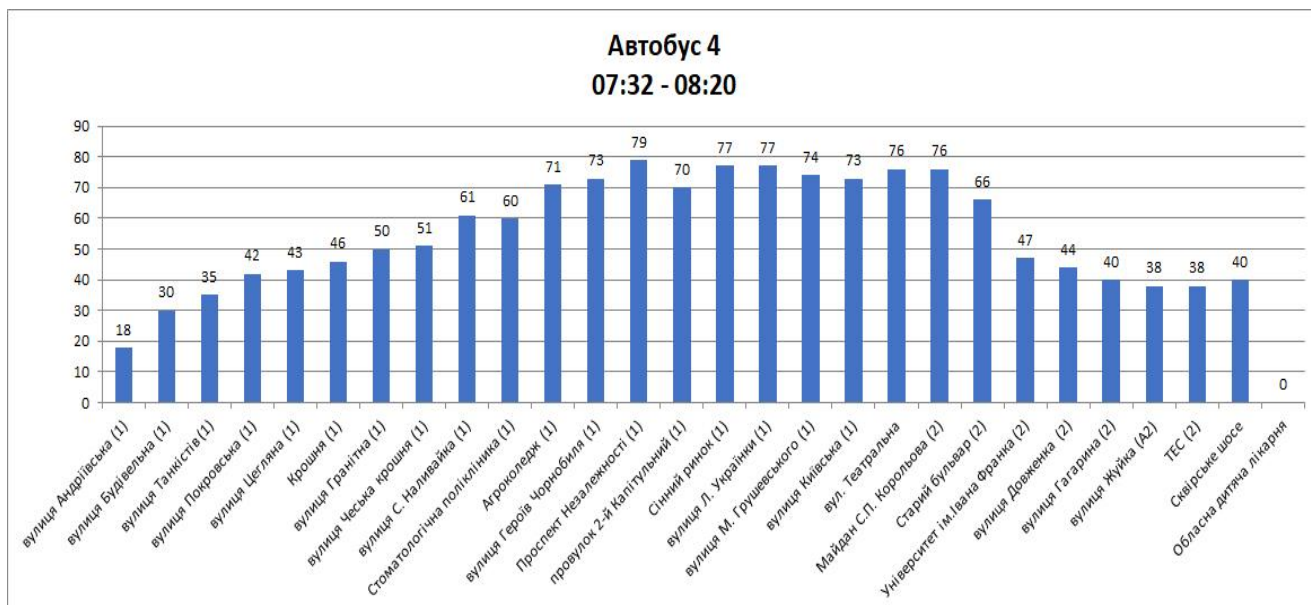


Рис. 2.5 Заповненість салону транспортних засобів у години пік на маршруті міського автобуса №4

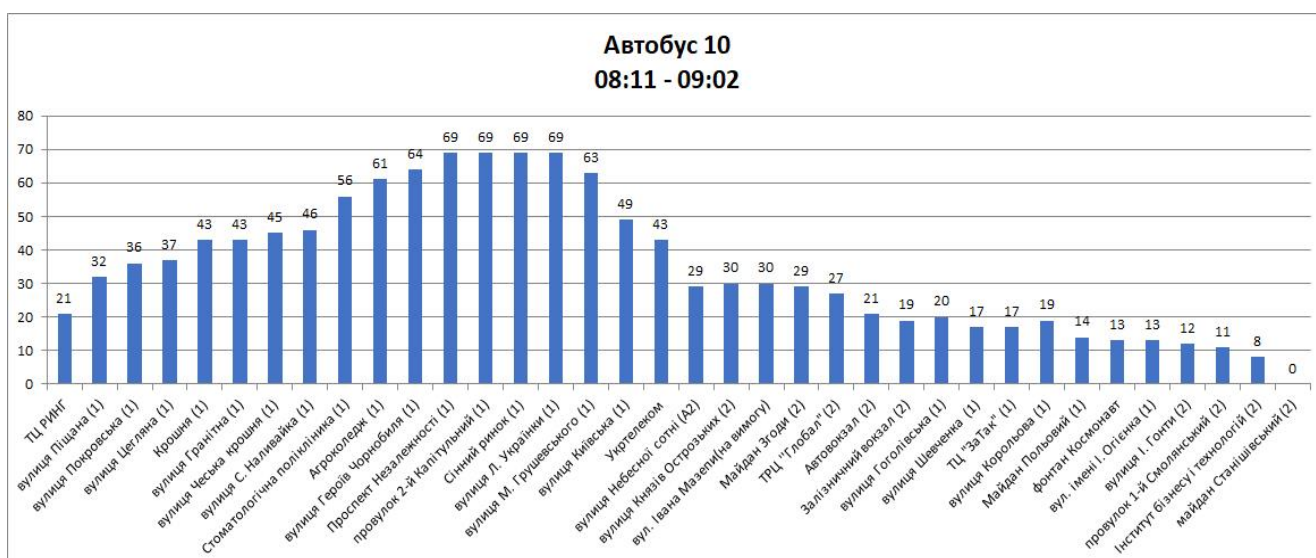


Рис. 2.6 Заповненість салону транспортних засобів у години пік на маршруті міського автобуса №10

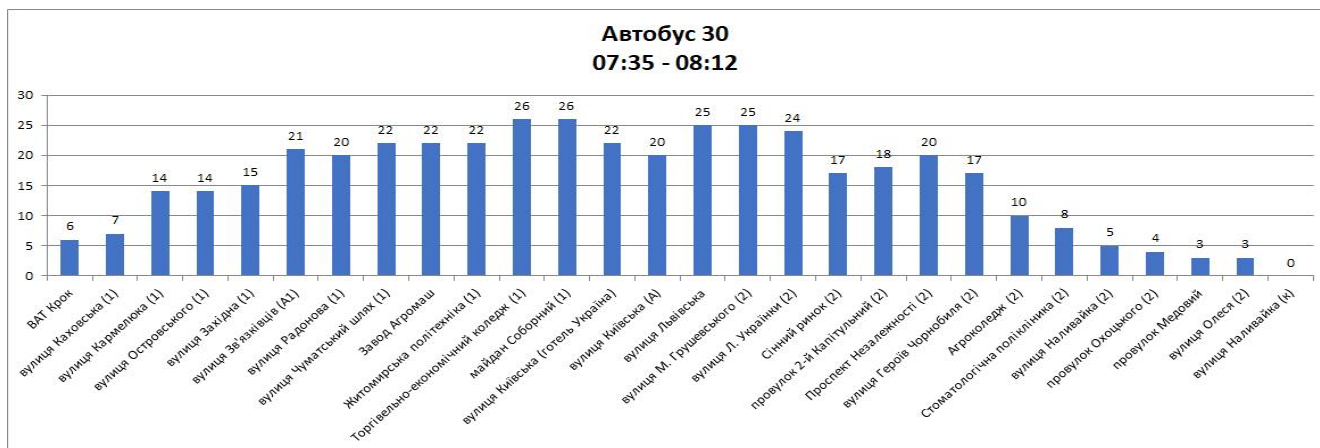


Рис. 2.7 Заповненість салону транспортних засобів у години пік на маршруті міського автобуса №30

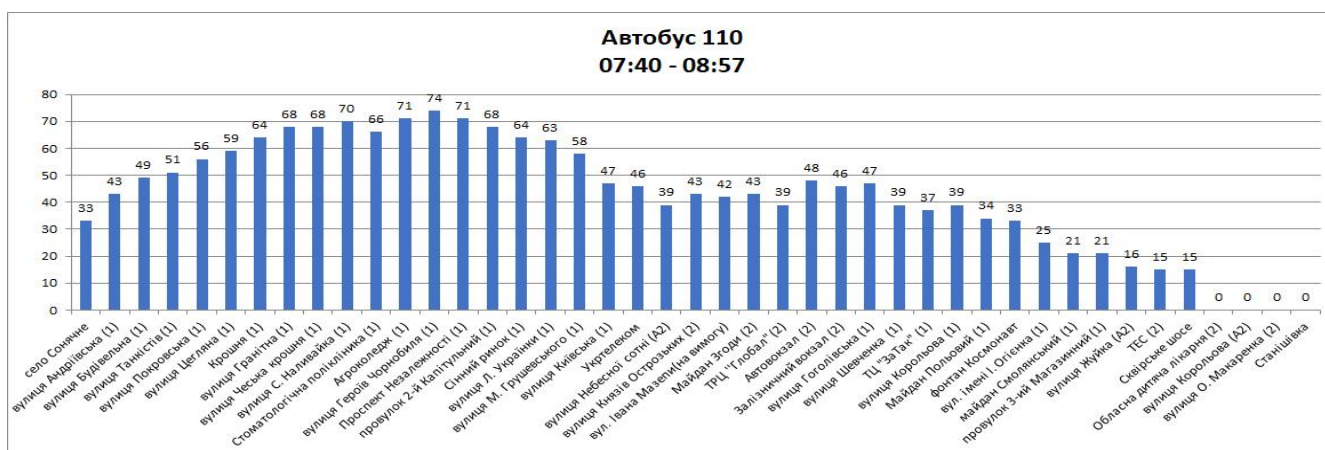


Рис. 2.8 Заповненість салону транспортних засобів у години пік на маршруті міського автобуса №110

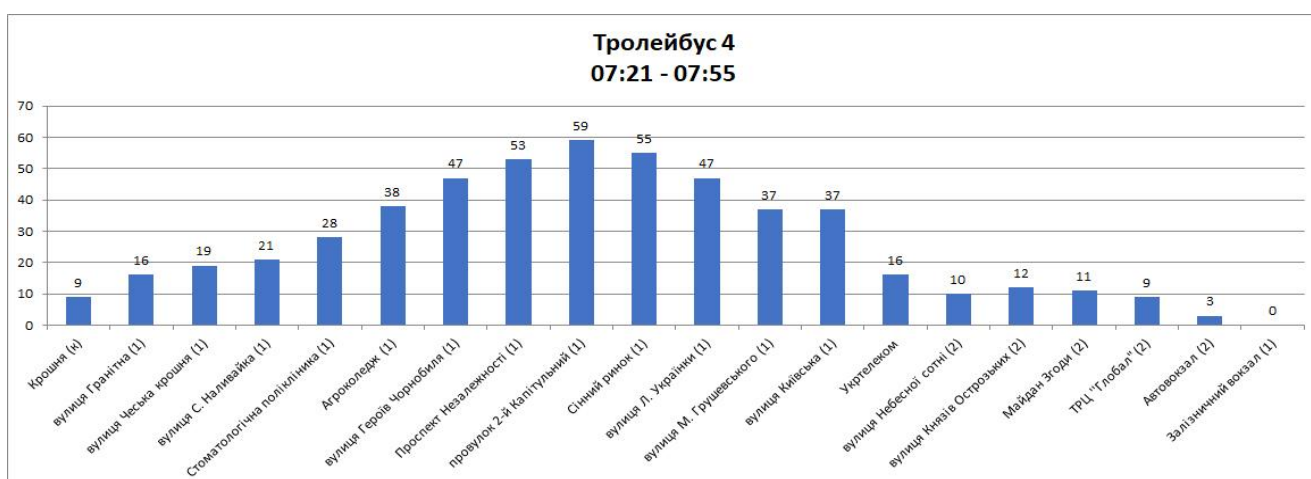


Рис. 2.9 Заповненість салону транспортних засобів у години пік на маршруті міського тролейбуса №4

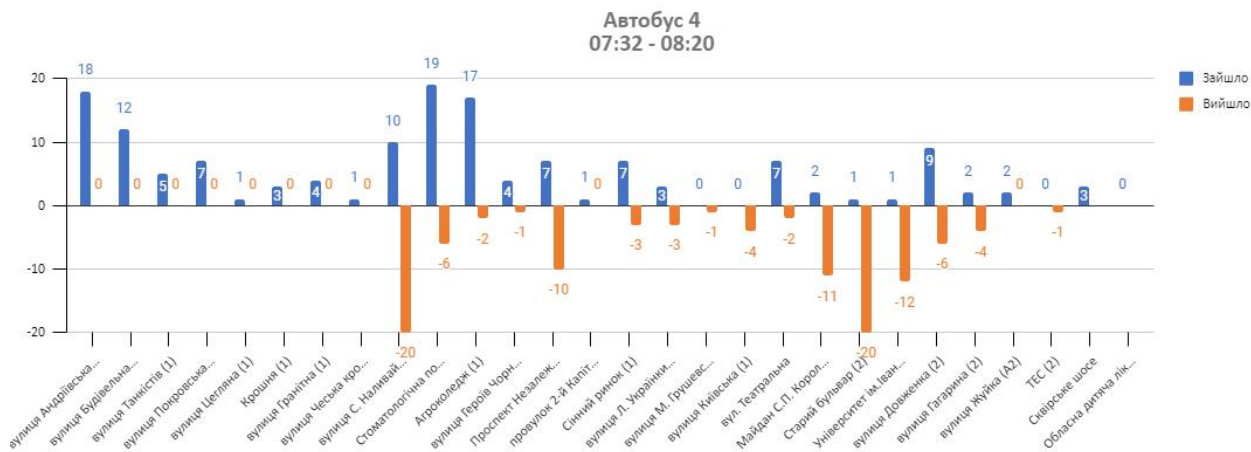


Рис. 2.10. Результати дослідження переміщень пасажирів в годину пік на міському автобусному маршруті №4

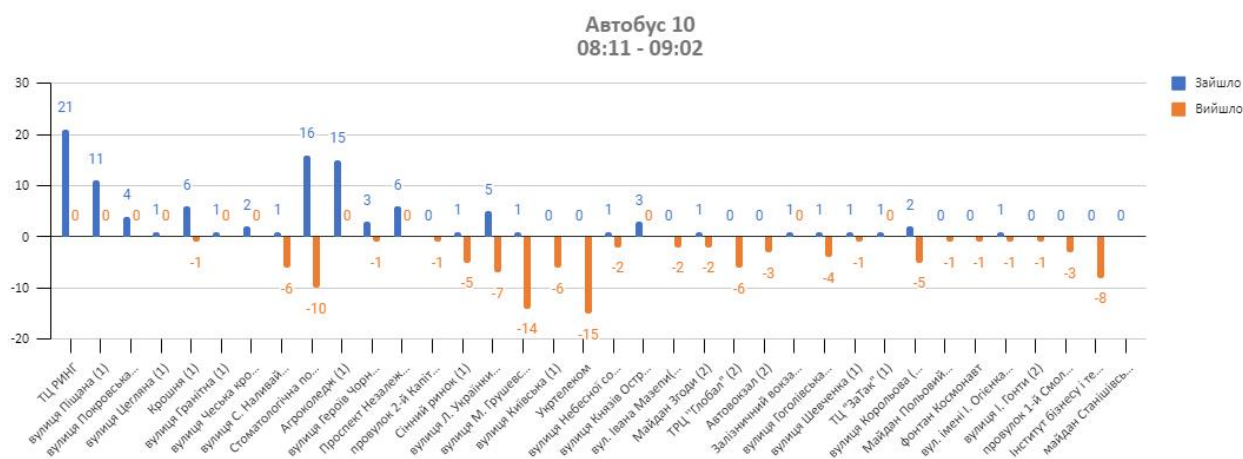


Рис. 2.11. Результати дослідження переміщень пасажирів в годину пік на міському автобусному маршруті №10

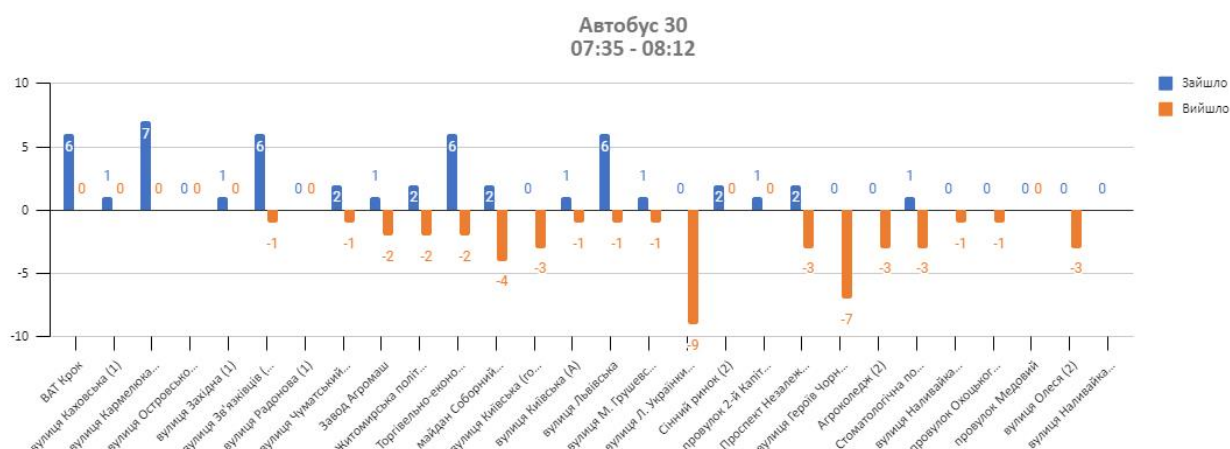


Рис. 2.12. Результати дослідження переміщень пасажирів в годину пік на міському автобусному маршруті №30

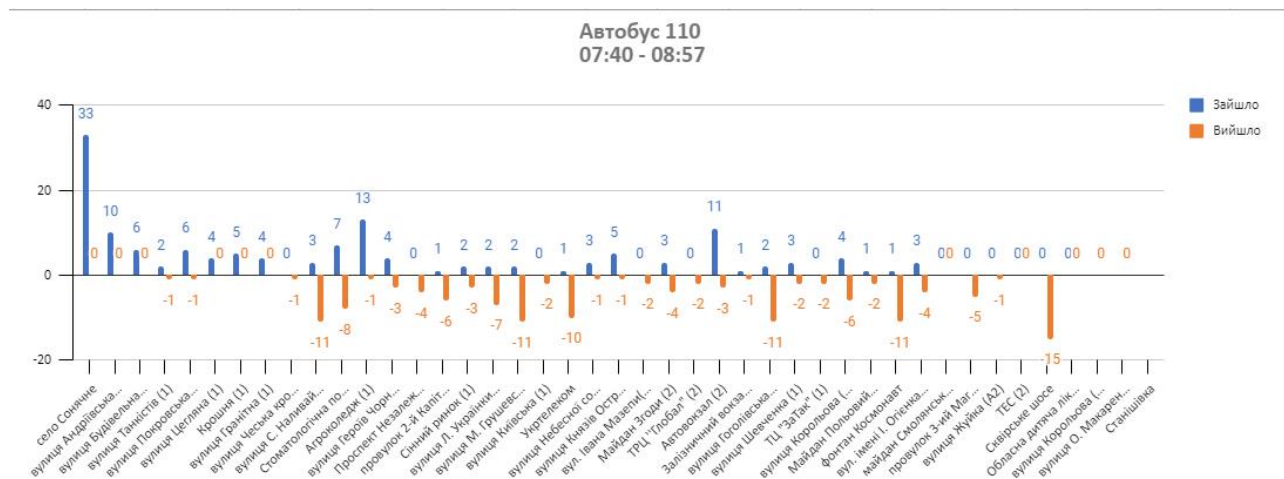


Рис. 2.13. Результати дослідження переміщень пасажирів в годину пік на міському автобусному маршруті №110

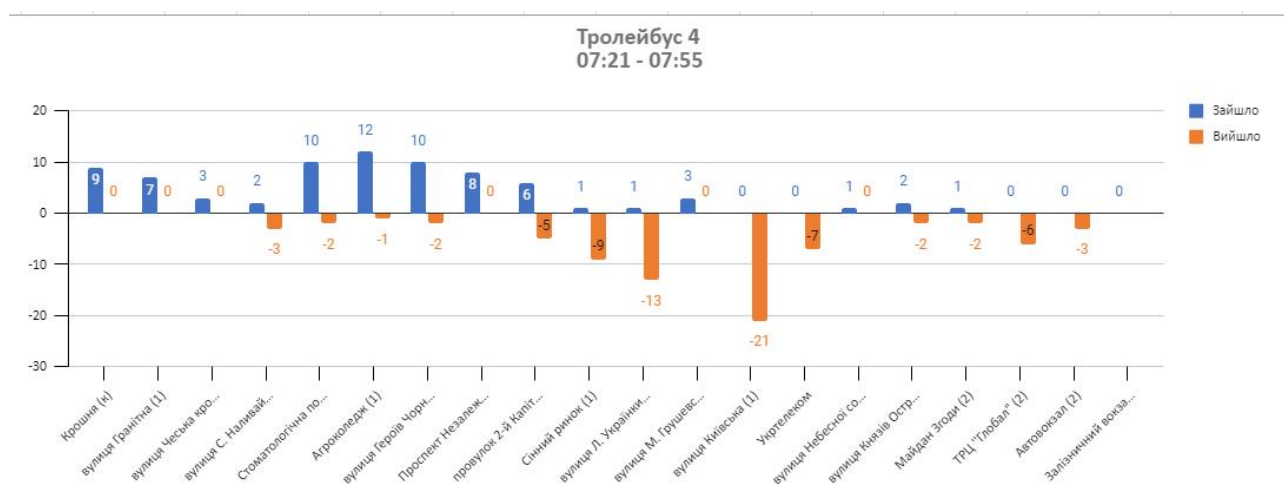


Рис. 2.14. Результати дослідження переміщень пасажирів в годину пік на міському тролейбусному маршруті №4

Для перевірки заповненості транспортних засобів на маршрутах були проведені дослідження силуетним методом у визначених точках маршрутної мережі. Деякі їх результати представлено на рис. 2.15 – 2.16.

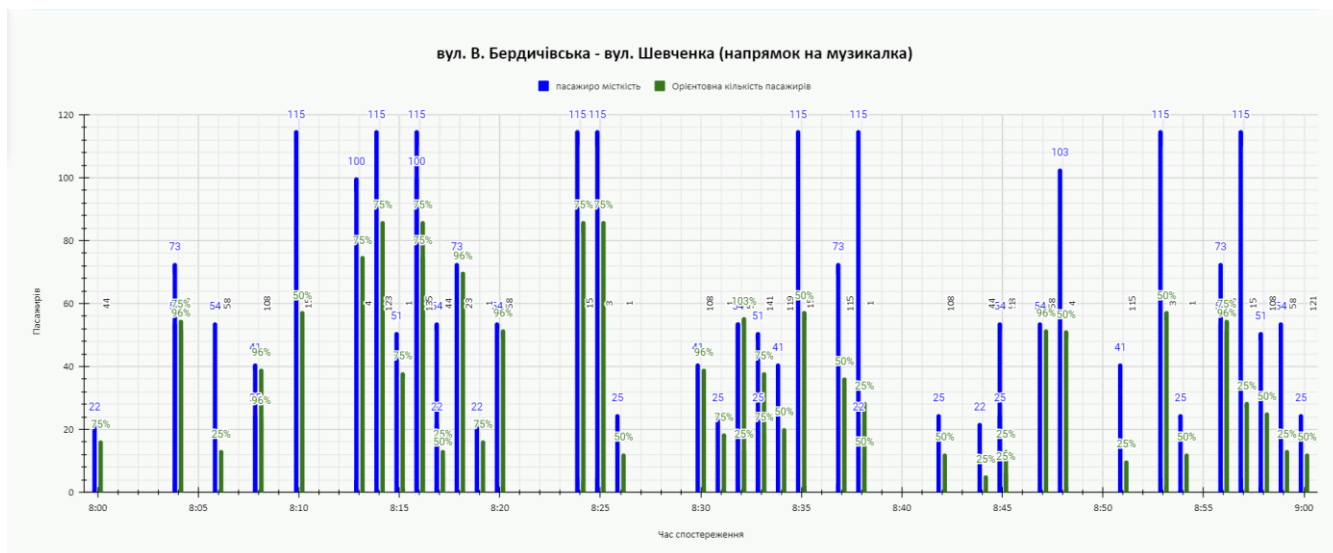


Рис. 2.15. Результати дослідження заповненості салонів транспортних засобів на перехресті вулиць Великої Бердичівської та Шевченка.

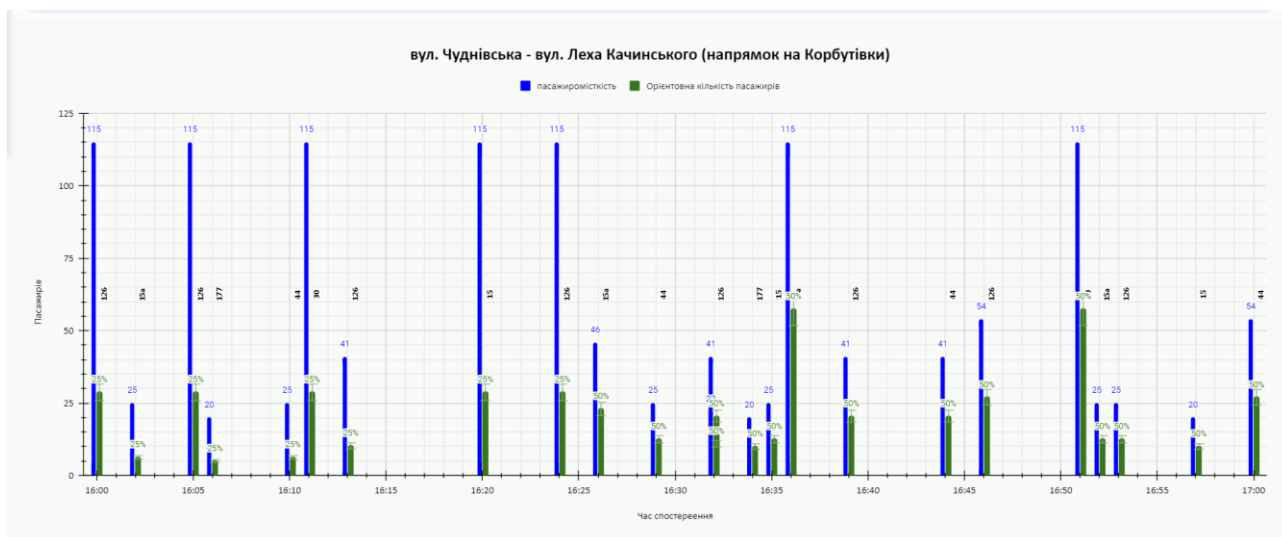


Рис. 2.16. Результати дослідження заповненості салонів транспортних засобів на перехресті вулиць Чуднівської та Леся Качинського.

Як видно з представлених результатів, у пікові години увесь транспорт у заданому районі працює із максимальним завантаженням.

2.2. Моделювання наявної мережі громадського транспорту

2.2.1. Моделювання маршрутних систем [16]

Транспортна система міста – це складна система, що включає в себе вулично-дорожню мережу, рухомий склад, матеріальну базу для обслуговування (гаражі, автопарки, стоянки, ремонтні майстерні) та підсистему управління.

Основними функціями транспортних систем міста є:

1. Забезпечення транспортної доступності (наявність транспортного зв'язку між певною територією та іншими територіями);
2. Зменшення транспортних витрат (фінансових чи часових витрат, які виникають під час реалізації транспортних потреб).

Якісна транспортна система міста має задовольняти критеріям гуманітарної орієнтації і сталого розвитку міста (формування умов, які роблять місто привабливим, а життя в ньому зручним, спокійним і приємним), економічної життєздатності і ефективності та соціального благополуччя. Відповідно, до якісної транспортної системи висуваються такі вимоги [16]:

1. Забезпечувати сполучення всіх районів, де є попит на транспортні послуги.
2. Бути доступною для всіх груп населення: в місті і передмістях, для всіх вікових категорій, економічних груп тощо.
3. Забезпечувати доступ до вузлів зовнішнього транспорту: аеропортів, вокзалів тощо;
4. Мати достатню провізну здатність.
5. Мати задовільні якісні характеристики: швидкість, безпеку, надійність, комфорт.
6. Передбачати розумні витрати і справедливо встановлені тарифи.
7. Ефективно поєднуватися з орієнтованим на людей міським середовищем і вулицями, пристосованими до потреб житлових, ділових та торговельних зон, історичних об'єктів.

8. Стимулювати формування бажаних форм і напрямків міської забудови.

9. Працювати з мінімально можливими негативними зовнішніми ефектами.

Аналізуючи розвиток транспортних систем, потрібно враховувати ресурсні обмеження: першим обмеженням в розвитку вважаються фізичні розміри людини («нижня» межа: габарити легкового автомобіля), другим обмеженням – наявність вільних територій («верхня» межа).

Залежно від співвідношення «ефективність – інвестиційні потреби» міський пасажирський транспорт поділяють на три групи (рис. 2.17) [16].

1. Група А: позавуличні види транспорту (метро, приміська електричка).

2. Група В: частково позавуличні види транспорту (швидкісний трамвай, системи ШАП – швидкісних автобусних перевезень).

3. Група С: вуличні види транспорту (трамвай, тролейбус, автобус).

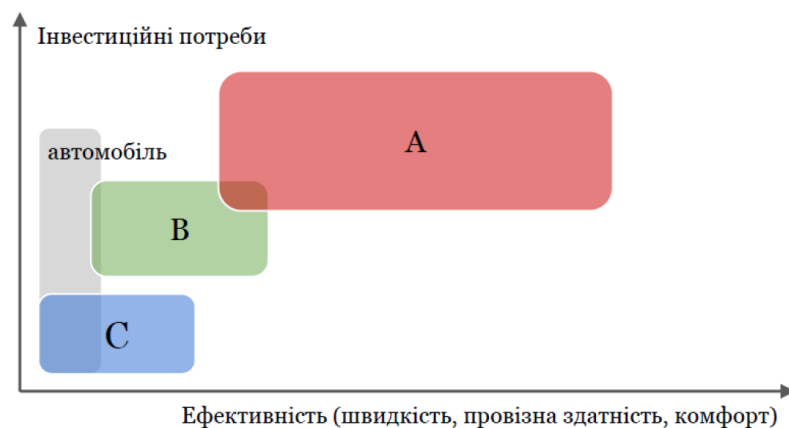


Рис. 2.17. Групи міського пасажирського транспорту [16]

Якщо характеризувати міську транспортну систему по представлених в ній видах транспорту, то виділяють одномодальну (один вид транспорту), мультимодальну (кілька неінтегрованих між собою видів транспорту) та інтермодальну (кілька інтегрованих між собою видів транспорту) ТС. Найзбалансованішою вважається інтермодальна транспортна система, яка спроектована і функціонує таким чином, що кожен вид транспорту виконує в ній ту роль, в якій він найбільш ефективний.

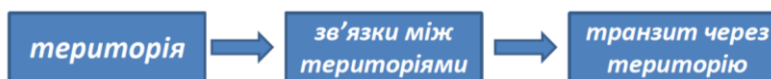
При управлінні міською транспортною системою доцільно враховувати два принципи:

1. Перший принцип – принцип етапності: від складного до простого:



Цей принцип визначає, що якість функціонування території важливіша за якість функціонування вулиць, які в неї входять, а якість функціонування вулиці загалом важливіша за якість функціонування окремих її перехресть.

2. Другий принцип – принцип територіальності:



В межах другого принципу стверджується, що самодостатність кожної міської території в транспортному плані важливіша за транспортні зв'язки між територіями, а транспортні зв'язки між територіями важливіші за їх транзитний потенціал.

Хоча транспортній системі притаманні риси, якими характеризуються всі інженерні технічні системи, проте її функціонування суттєво залежить від соціальної складової, що призводить певних її особливостей [16]:

1. Ймовірнісна складова транспортних систем породжує можливі неоднакові результати одних і тих же планувальних рішень в схожих ситуаціях. Наприклад, жорстке обмеження паркування в одному місті призведе до росту кількості споживачів громадського транспорту, а в іншому – до росту кількості користувачів перехоплюючи паркінгів.

2. Користувачі транспортної системи здатні до навчання та адаптування до результатів нових планувальних рішень. Наприклад, пасажирів звикають до нового маршруту громадського транспорту, користувачі приватних автомобілів при введенні одностороннього руху на певній ділянці ВДМ обернуть інший маршрут.

3. Транспортній системі характерні просторові і часові нелінійності (зміна інтенсивності пасажиропотоку протягом робочого дня, розосередження території міста місць праці, навчання тощо, можливість їх концентрації в певних районах).

4. Можлива диспропорція між значущістю планувального рішення та реакцією на нього. Наприклад, підвищення рівня сервісу на громадському транспорті може не спровокувати суттєвого підвищення кількості пасажирів, а незначні позитивні зміни в світлофорному регулюванні – спричинити різкий ріст кількості водіїв, що оберуть рух через це перехрестя.

Моделювання є необхідним елементом транспортного планування, що дозволяє знаходити рішення транспортних проблем і перевіряти ці рішення перед їх впровадженням в реальних умовах.

Загалом транспортна модель являє собою програмний комплекс, який складається з інформаційних і розрахункових блоків.

Інформаційні блоки складають єдину базу даних, призначену для зберігання та обробки інформації, необхідної для розрахунку транспортних та пасажирських потоків. Розрахункові блоки реалізують алгоритми розв'язання задач математичного програмування, орієнтованих на розрахунок потреби в пересуваннях і транспортних потоків.

Основними компонентами транспортної моделі є [16]:

1. Типи переміщень територією (пішки, приватним транспортом, громадським транспортом, велосипедом тощо).

2. Функціональне використання території моделювання.

3. Соціально-економічні та демографічні показники жителів території моделювання (середній дохід, рівень автомобілізації, середній розмір домашнього господарства тощо).

4. Загальний економічний розвиток території планування (створення нових підприємств, будівництво нових житлових кварталів тощо).

Програмний комплекс PTV Visum – це широко використовувана платформа для створення транспортних моделей міст, країн чи певних регіонів.

PTV Visum базується на геоінформаційній системі – комп'ютерній інформаційній системі, яка дозволяє збирати, змінювати, відновлювати, аналізувати, моделювати і візуалізувати географічні дані.

Геоінформаційні системи акумулюють в собі два типи даних – позиційні та атрибутивні.

Позиційні дані описують просторові характеристики різних об'єктів (дороги, маршрути, будівлі, водойми, лісові масиви). Позиційні дані, в свою чергу, діляться на векторні та растрові.

Векторні дані відображаються трьома типами об'єктів: точками, лініями та площинами. Лінії отримуються як точки, сполучені прямими, так званими полілініями. Площина утворюється серією точок, з'єднаних прямими.

Особливістю растрових типів даних є незмінність. Прикладом растрових даних може бути супутникове фото земної поверхні.

Атрибутивні дані – це характеристики векторних об'єктів (наприклад, довжина дороги, тип будівлі чи споруди, вид регулювання руху на перехресті). Найчастіше атрибутивні дані зберігаються у таблицях реляційної бази даних.

Транспортна модель у PTV Visum зазвичай складається з моделі мережі, моделі попиту на транспорт та різноманітних моделей впливу на транспортну систему.

Модель мережі містить дані транспортної пропозиції. Це вулично-дорожня мережа, що складається з вузлів (перехресть) та відрізків (ділянок вулиць, рейкових доріг тощо), мережа громадського транспорту, що складається з зупинок і маршрутів та розкладів руху транспортних засобів на маршрутах, а також транспортні райони.

Модель попиту на транспорт містить дані попиту на транспортні послуги: джерело та ціль поїздок, їх кількість, просторовий розподіл об'єктів інфраструктури, статистичні дані про користування населення транспортом, залежність попиту на транспортні послуги від часу доби, пори року тощо.

Інформація, що міститься в моделі мережі та моделі попиту, є основою для моделей впливу [16]:

1. Модель користувача – моделює характер переміщень пасажирів. При цьому розраховуються показники завантаження мережі і параметри користувача (наприклад, час поїздки, кількість пересадок тощо).

2. Модель перевізника – розраховує експлуатаційні показники громадського транспорту (кількість одиниць рухомого складу громадського транспорту, експлуатаційні витрати, сумарну довжину обслуговуючих поїздок, рентабельність маршруту тощо).

3. Модель впливу на навколишнє середовище – розраховує викиди шкідливих речовин, рівень шуму тощо.

Модель транспортної пропозиції дає уявлення про можливості існуючої транспортної інфраструктури модельованої території. На виході моделі формуються матриці затрат – таблиці, які містять інформацію про часові, грошові та інші види витрат на переміщення між транспортними районами.

Транспортною мережею відбуваються всі типи переміщень, які наявні на території моделювання: пішохідний рух, рух приватного, громадського та інших видів транспорту (наприклад, велосипедного, залізничного тощо). Для задання цих типів переміщень у PTV Visum створюються системи транспорту. Базовими системами транспорту є:

1. Система індивідуального транспорту (*PrT – Private Transport*).
2. Система громадського транспорту (*PuT – Public Transport*);
3. Рух пішки (*Walk*).

Кожна система транспорту зв'язана з одним чи кількома сегментами попиту через режими. Режими використовуються для моделювання можливості переміщення з використанням кількох систем транспорту протягом однієї поїздки. Сегменти попиту використовуються для моделювання переміщень з використанням однієї чи кількох систем транспорту.

До основних характеристик якості транспортної моделі відноситься величина, деталізація та кількість результатів розрахунку моделі (табл. 2.1).

I, очевидно, що важливим елементом, що визначатиме якість сформованої транспортної моделі, є професійність розробника цієї моделі і його розуміння процесів, що відбуваються під час функціонування транспортної системи.

Таблиця 2.1 – Показники якості транспортних моделей [16]

Показник якості	Чинники, що входять в показник якості
Величина моделі	Кількість вузлів (додатково – метод регулювання, затримки, заборони певних маневрів тощо)
	Кількість відрізків
	Кількість примикань
	Кількість транспортних районів
	Кількість зупинок громадського транспорту
	Кількість маршрутів громадського транспорту
Деталізація моделі	Кількість систем транспорту
	Кількість режимів переміщення
	Кількість шарів попиту
	Кількість використовуваних функцій опору (одна для різних шарів попиту чи різні)
Кількість результатів розрахунку моделі	Кількість місць підрахунку
	Коефіцієнт кореляції
	Середня абсолютна та відносна похибки

Моделювання мережі громадського транспорту у PTV Visum [16]

Мережа громадського транспорту (ГТ) формується для системи *PuT* і складається з трьох основних елементів: зупинок, маршрутів та розкладів руху.

Поняття «зупинка громадського транспорту» у PTV Visum має ієрархічну структуру. Конкретне місце зупинки одного чи кількох маршрутів руху ГТ на мережі називається пунктом зупинки (*Stop Point*). Це найнижчий елемент ієрархії зупинок ГТ. Оскільки рух транспорту може відбуватися тільки в межах

змодельованої мережі, то пункт зупинки повинен мати зв'язок з мережею. Тому додавання пункту зупинки можливе тільки на вузлі або на відрізку.

Наступним елементом ієрархії зупинок ГТ є зона зупинки (*Stop Area*) – територія довкола одного чи кількох пунктів зупинки. Зони зупинки слугують для прив'язки зупинок ГТ до транспортних районів та мережі пішохідних шляхів поза зупинкою, а також для задавання часу, який витрачається для руху пішки при переході між зонами зупинок при пересадці в межах однієї зупинки.

Кілька зон зупинки можна об'єднати в одну зупинку (*Stop*). Об'єкт *Stop* у PTV Visum містить інформацію про час руху пішки при пересадці в межах однієї зони зупинки чи між зонами зупинок. Наприклад, з допомогою шару *Stops* може бути змодельований залізничний вокзал, з допомогою шару *Stop Areas* – зона зупинки поїздів і зона зупинки громадського транспорту біля вокзалу, а з допомогою шару *Stop Points* – окремі платформи (залізничні та автобусні).

При відсутності потреби в детальному моделюванні території зупинки позначаються в шарі *Stop Points*. При цьому зони зупинки створюються автоматично.

Поняття маршруту у PTV Visum теж має ієрархічну структуру (рис. 2.18).



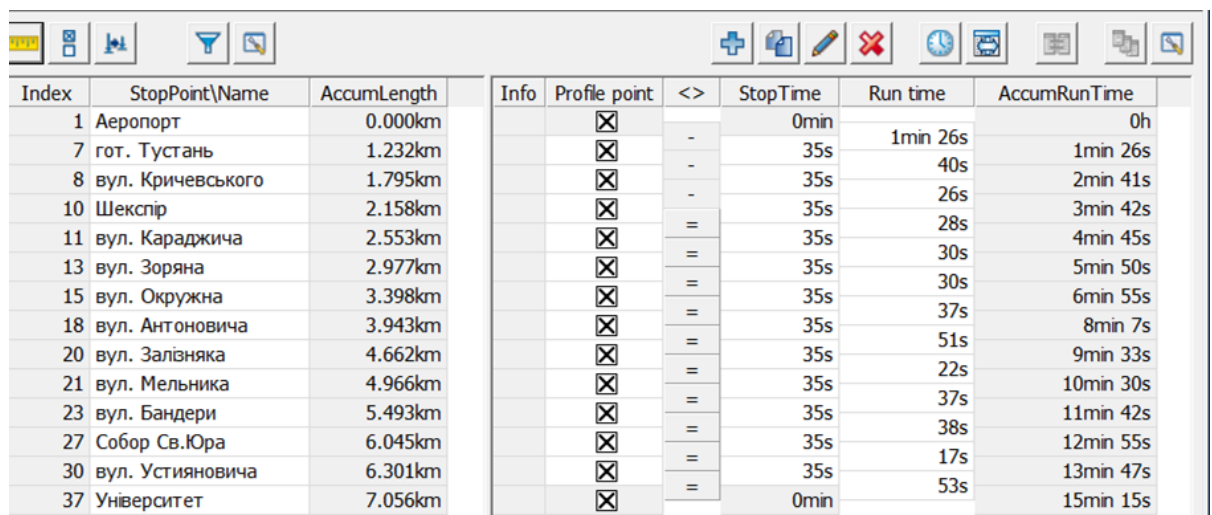
Рис. 2.18. Ієрархія маршрутів у PTV Visum

Маршрут структурує транспортну пропозицію системи громадського транспорту. Він не має просторового ходу, але об'єднує в собі один чи кілька варіантів маршруту.

Варіант маршруту відображає шлях руху маршруту по вулично-дорожній мережі. Він є направленим, тому зазвичай один маршрут має як мінімум два варіанти – шлях руху в прямому та в зворотному напрямках.

Якщо потрібно проаналізувати спільні характеристики кількох маршрутів, то їх можна об'єднати в один вищий маршрут. Якщо варіанти одного маршруту можуть належати тільки одній системі транспорту, то вищий маршрут може об'єднувати маршрути різних систем транспорту.

Профіль часу руху описує часові характеристики маршруту – тривалість руху між кожною парою зупинок маршруту та тривалість простою на зупинці (рис. 2.19). Для одного варіанту маршруту можна створити кілька профілів часу руху. Це доцільно, коли, наприклад, у вихідні дні тижня зупинка в деяких пунктах зупинки маршруту не передбачена.



Index	StopPoint\Name	AccumLength	Info	Profile point	<>	StopTime	Run time	AccumRunTime
1	Аеропорт	0.000km		☒	-	0min		0h
7	гот. Тустань	1.232km		☒	-	35s	1min 26s	1min 26s
8	вул. Кричевського	1.795km		☒	-	35s	40s	2min 41s
10	Шекспір	2.158km		☒	-	35s	26s	3min 42s
11	вул. Караджича	2.553km		☒	=	35s	28s	4min 45s
13	вул. Зоряна	2.977km		☒	=	35s	30s	5min 50s
15	вул. Окружна	3.398km		☒	=	35s	30s	6min 55s
18	вул. Антоновича	3.943km		☒	=	35s	37s	8min 7s
20	вул. Залізняка	4.662km		☒	=	35s	51s	9min 33s
21	вул. Мельника	4.966km		☒	=	35s	22s	10min 30s
23	вул. Бандери	5.493km		☒	=	35s	37s	11min 30s
27	Собор Св.Юра	6.045km		☒	=	35s	38s	12min 55s
30	вул. Устияновича	6.301km		☒	=	35s	17s	13min 47s
37	Університет	7.056km		☒	=	0min	53s	15min 15s

Рис. 2.19. Профіль часу руху варіанту маршруту у PTV Visum

Обслуговуюча поїздка належить певному варіанту маршруту і певному профілю часу руху та з'єднує між собою два пункти зупинки (які не зобов'язані бути ні суміжними, ні кінцевими для даного варіанту маршруту). Зазвичай в

межах однієї обслуговуючої поїздки знаходиться одна ділянка обслуговуючої поїздки.

Розклад руху – це графік чи таблиця, в якій містяться дані про час, місце і послідовність виконання рейсів транспортного засобу ГПТ (рис. 2.20).

16 vehicle journeys (3 groups)			
Headway start	06:00:00 ...	07:00:00 ...	08:00:00 ...
Headway end	07:00:00 ...	08:00:00 ...	09:00:00 ...
Headway time	20min ...	15min ...	10min ...
Number of veh. jour.	4	5	7
Count(No)	4	5	7
Name			
LineName	Маршрут № 29	Маршрут № 29	Маршрут № 29
DirectionCode	>	>	>
Concatenate:VehJourneySection	Daily	Daily	Daily
FromTPProfileIdentifier	337 зупинки м-ту №	337 зупинки м-ту №	337 зупинки м-ту №
Headway(Dep)	20min	15min	10min
Headway(Arr)	20min	15min	10min

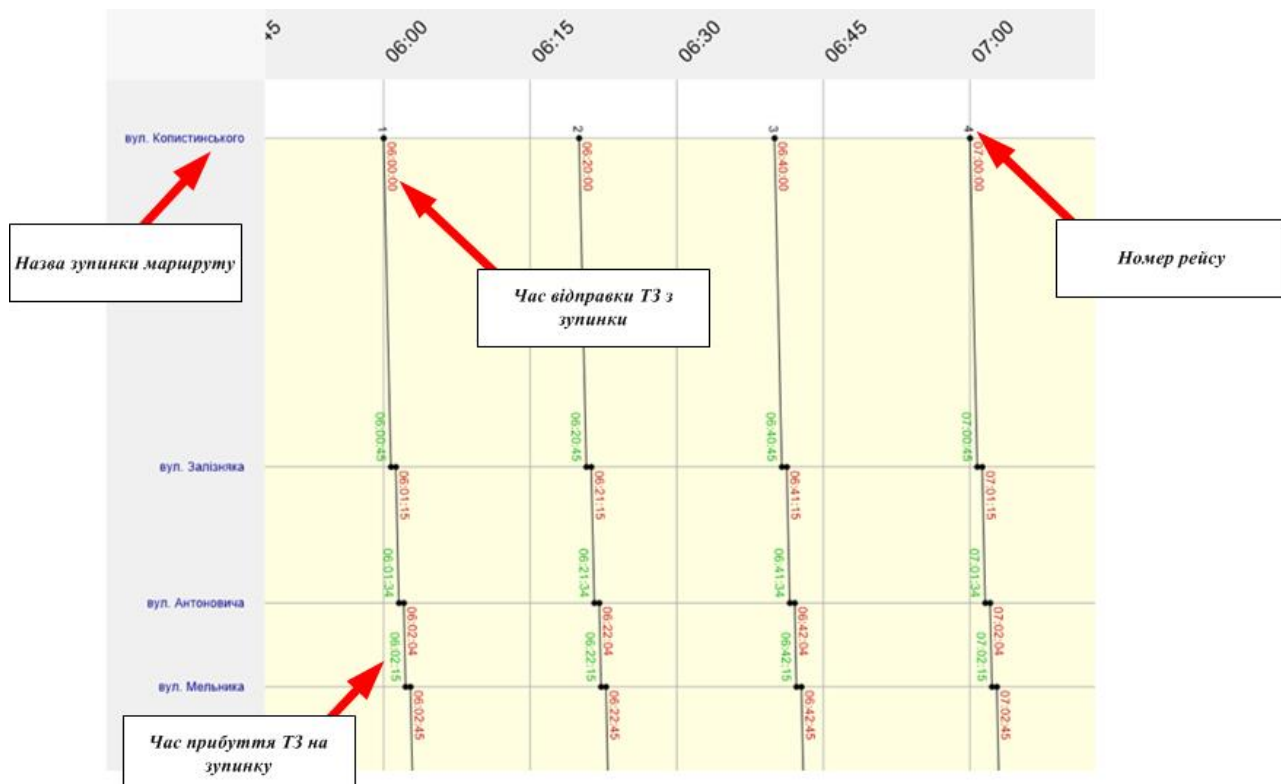


Рис. 2.20. Табличне та графічне представлення розкладів руху у PTV

Visum

Інформація щодо характеристик маршрутної мережі є основою для подальшої оптимізації певних маршрутів, оцінки ефективності їх функціонування, підбору оптимального парку рухомого складу, зменшення шкідливих викидів тощо.

2.2.2. Моделювання попиту на транспортні послуги [16]

Загальні положення моделювання попиту на транспортні послуги

Моделі транспортного попиту призначені для прогнозування потреб населення в переміщенні з розподілом за типами переміщень, часом дня, тривалістю переміщення та призначенням пересування.

Моделі транспортного попиту поділяють на такі основні види [16]:

- загальні моделі;
- моделі пересувань з розбивкою;
- моделі подорожей;
- моделі активностей;
- моделі «землекористування-транспорт».

Загальні моделі кваліфікують пересування як функцію ємності транспортного району. Кількість переміщень, що генеруються транспортним районом, пропорційна до кількості населення в районі, а кількість переміщень, які притягуються районом, пропорційна до кількості точок притягання. Ймовірність виконання переміщення між парою транспортних районів розглядається як обернено пропорційне до відстані (чи часу переміщення) між районами («опір» переміщенню).

Моделі пересувань з розбивкою (disaggregate models) – це моделі, які розглядають індивіда (або домашнє господарство чи фірму) як одиницю прийняття рішення. Тобто, моделі з розбивкою враховують вплив соціодемографічних характеристик особи (вік, стать, сімейний стан, зайнятість тощо) або характеристик фірми на вибір, пов'язаний з переміщенням. Тому на

практиці, через обмеження обсягів даних, моделі пересувань з розбивкою іноді навіть в наш час реалізовані в узагальненому вигляді з загальними районними соціодемографічними даними.

Крім того, моделі пересувань з розбивкою мають певні обмеження. Найбільш критичним з цих обмежень є той факт, що моделі пересувань не розглядають взаємозв'язки між пересуваннями. Наприклад, поїздка з дому на роботу в моделі пересувань розглядається незалежно від зворотної поїздки з роботи додому, при цьому обидві поїздки класифікуються як робочі з базуванням в місці проживання. Моделі подорожей були розроблені для вирішення цього обмеження.

Більшість *моделей подорожей (travel models)*, які використовуються в даний час, використовують чотирьохетапний підхід до моделювання переміщень. Усі індивідуальні переміщення розподіляються на ті, які відносяться до місця проживання, та ті, які не відносяться до місця проживання. Наприклад, робоча поїздка з закріпленням до місця проживання означає переміщення з дому на роботу та назад додому. Моделі подорожей зазвичай розглядають наступні цілі переміщень з закріпленням до дому: робота, навчання, покупки, особисті справи та інші. Всі решта переміщень без закріплення за місцем проживання (наприклад, переміщення з роботи до місця обіду або з одного місця покупок до іншого) класифікуються за двома цілями: робочі без закріплення до місця проживання та інші без закріплення до місця проживання.

Моделі подорожей теж мають певні обмеження. По-перше, вони продовжують нехтувати зв'язками між переміщеннями. Наприклад, якщо особа під час переміщення з роботи додому зупиняється в магазині, це буде оцінено моделлю подорожей як одна робоча поїздка з закріпленням до місця проживання і одне переміщення «інше» без закріплення до місця проживання. По-друге, моделі подорожей часто нехтують специфічними пересуваннями (наприклад, відвезення дітей до школи чи переміщення до вузлів зовнішнього транспорту). По-третє, моделі подорожей не розглядають потенційні

компроміси в цілях пересувань. Відповідно, ключовим недоліком моделей подорожей є те, що вони не є поведінково реалістичні.

Рішенням до обмежень, якими володіють моделі подорожей, є підхід на основі парадигми активностей. *Моделі активностей (activity-based demand models)* припускають той факт, що потреби в пересуванні населення визначаються їхніми потребами участі в активностях, які поширюються в часі та просторі. Отже, шаблони активності індивідів, як вдома, так і поза межами місця проживання, впливають на шаблони пересувань цих індивідів. Наприклад, якщо особа бере участь в інтернет-торгівлі вдома, то її активність вдома може задовольняти потреби в покупках і вона може, як результат, не здійснювати пересування до торгового центру. При детальному розрахунку потреб населення в пересуванні важливим є змодельовати шаблони активності—пересування населення (*шаблон активність-пересування* індивіда визначається як вичерпний перелік активностей особи за день з зазначенням місця розташування, часу дня та типу пересування між місцями призначень). Після цього важливим є припущення, що перебування людей в якійсь активності не є окремими і вони можуть широко взаємодіяти одне з одним. Тому шаблони активності-пересування індивідів перебувають під впливом аналогічних шаблонів інших індивідів, а особливо під впливом таких шаблонів інших членів домашнього господарства.

Моделі цього типу, очевидно, є більш складними, ніж ті, що описані раніше, і спрямовані на розуміння взаємозв'язку між попитом на поїздки та організацією різних видів діяльності людини та її сім'ї. Ці моделі в даний час знаходяться на стадії досліджень і практично застосовуються тільки на рівні мікросимуляційних моделей.

Переміщення є наслідком потреби у взаємодії домашніх господарств та бізнесів між собою та з середовищами. Зокрема, воно є результатом логістичних потреб фірми та потреб індивіда (праця, навчання, покупки та відпочинок в місцях, які розподілені в просторі). Зрозуміло, що просторова конфігурація міської системи (так званий *шаблон землекористування*) впливає

на рішення індивідів про переміщення. Наприклад, якщо місто пропонує можливості покупок тільки в межах певної території, то домашні господарства будуть змушені здійснювати переміщення в той район. Домашнє господарство, яке знаходиться далеко від торгівельного кварталу, в такому випадку буде мати більший стимул до використання приватного автотранспорту. Для врахування таких чинників розроблені моделі «землекористування – транспорт» (*land use - transportation*). Їх поділяють на статичні моделі (розглядають землекористування і транспорт як екзогенні системи), динамічні моделі (розцінюють системи землекористування та транспорту ендогенно) та інтегровані моделі.

Моделювання попиту на переміщення у PTV Visum з використанням класичної чотирьохетапної моделі

У PTV Visum попит можна моделювати з допомогою трьох процедур [16]:

- Класична чотирьохетапна модель.
- Модель EVA (розроблена професором Лозе (Lohse)). Її особливістю у порівнянні з класичною чотирьохетапною моделлю є те, що розподіл транспортного руху і вибір режиму проводяться одночасно.
- Модель VISEM. Особливостями цієї моделі є те, що один шар попиту може містити тільки одну групу і тільки один ланцюжок дій, а розрахунок попиту проводиться залежно від періоду доби з точністю до години.

Результатом проведення цих процедур є матриці, які містять кількість поїздок між районами джерела та цілі.

Модель транспортного попиту складається з об'єктів попиту, які містять всю необхідну інформацію. Типи об'єктів попиту, які виділяють у PTV Visum, подано в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Об'єкти попиту у PTV Visum [16]

Об'єкт попиту	Коротка характеристика об'єкта попиту
Матриці	Поділяються на матриці кореспонденцій (в них міститься

Об'єкт попиту	Коротка характеристика об'єкта попиту
	інформація про транспортний попит між транспортними районами) та матриці затрат (містять інформацію про різні параметри витрат, наприклад, час руху між транспортними районами).
Сегменти попиту	Група попиту на транспорт, яка перерозподіляється в мережі за один крок (наприклад, працюючі). Сегмент попиту може належати тільки одному режиму.
Криві попиту	Характеризують розподіл попиту в часі. Виділяють два типи кривих попиту: - крива попиту номерів матриць (вибір кількох матриць, які утворюють криву попиту); - відсоткова крива попиту (відсотковий розподіл однієї матриці кореспонденцій по часових періодах). Криві попиту враховуються в перерозподілах громадського транспорту та динамічних перерозподілах індивідуального транспорту.
Моделі попиту	Математичні моделі, що використовуються для розрахунку величини попиту.
Групи	Поведінково однотипні групи населення (наприклад, працюючі з власним транспортом, працюючі без власного транспорту, учні, студенти, непрацюючі тощо).
Дії, пари дій, ланцюжки дій	Дії – це причини переміщень, наприклад робота, навчання, покупки тощо. Пари дій відповідають шляху між двома діями, наприклад, дім – робота, дім – навчання тощо. Ланцюжок дій – це послідовність пар дій, наприклад, дім – робота – магазин – дім.
Шари попиту	З'єднують ланцюжок дій з однією чи кількома групами. Наприклад, поїздки працюючих з дому на роботу, поїздки працюючих з дому за покупками тощо.

Для застосування 4-етапної моделі територія планування поділяється на транспортні райони. Кількість та величина транспортних районів впливають на результати моделювання: чим більша кількість районів, тим точніші результати, але необхідний більший обсяг вхідних даних, розрахунків та комп'ютерного часу, чим менша кількість районів, тим менша точність, проте нижчі вимоги до моделі.

Матриці кореспонденцій можуть бути отримані шляхом проведення натурних обстежень, але це дуже трудомісткий процес. Тому для відображення реальних умов використовують математичні моделі, які розраховують транспортні чи пасажирські потоки між районами на основі даних про інфраструктуру, склад і структуру зайнятості населення, а також даних про транспортну пропозицію. Одним з таких методів є гравітаційний метод.

Розрахунок матриці кореспонденцій гравітаційним методом складається з таких етапів [16]:

1. Досліджувана територія поділяється на транспортні райони, для яких визначаються такі характеристики, як кількість жителів (з розподілом на групи) та кількість і привабливість пунктів тяжіння.

2. Формується матриця відстаней між транспортними районами в досліджуваній системі транспорту.

3. Розраховується матриця складності сполучення пасажирів між транспортними районами:

$$c_{ij} = \frac{1}{l_{ij}}, \quad (2.1)$$

де l_{ij} – довжина найкоротшого пересування між районами транспортною або маршрутною мережею, км.

3. Розраховується ємність транспортних районів за прибуттям:

$$HD_j = \eta_1 \cdot N_j^w + \eta_2 \cdot N_j^s + \eta_3 \cdot N_j^r, \quad (2.2)$$

де N_j^w, N_j^s, N_j^r – кількість місць роботи, місць навчання та місць відвідувань з культурно-побутовою метою в кожному транспортному районі;

η_1, η_2, η_3 – частка пересувань (трудових, навчальних і культурно-побутових), які виконуються в кожен район в пікову годину.

4. Розраховується ємність транспортних районів за відправленням:

$$HO_i = N_i \cdot \frac{\sum_{j=1}^n HD_j}{N_p}, \quad (2.3)$$

де N_i – кількість жителів в кожному транспортному районі;

N_p – загальна кількість жителів території проектування (сума кількостей жителів всіх транспортних районів).

5. Матриця міжрайонних кореспонденцій при використанні гравітаційної моделі розраховується за формулою:

$$H_{ij} = HO_i \frac{HD_j \cdot c_{ij} \cdot k_j}{\sum_{j=1}^n HD_j \cdot c_{ij} \cdot k_j} = HO_i \frac{D_{ij}}{\sum_{j=1}^n D_{ij}}. \quad (2.4)$$

Розрахунок матриці міжрайонних кореспонденцій – це ітераційний процес. На першій ітерації значення коефіцієнта балансування приймається рівним $k_j = 1$. Розрахунок матриці міжрайонних кореспонденцій – це ітераційний процес. На першій ітерації значення коефіцієнта балансування приймається рівним $k_j = 1$.

6. Перевіряється умова балансу розрахованих місткостей транспортних районів:

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^n HO_i &= \sum_{i=1}^n HD_j \\
\sum_{j=1}^n H_{ji} &= HO_i \quad . \\
\sum_{i=1}^n H_{ji} &= HD_j
\end{aligned}
\tag{2.5}$$

Якщо всі три умови дотримано, розрахунок матриці міжрайонних кореспонденцій вважається завершеним. Якщо котрась з умов не виконується, потрібно оцінити відхилення між початковою величиною ємкостей транспортних районів за відправленням (при недотриманні другої умови) чи за прибуттям (при недотриманні третьої умови) та ємкостей, отриманих в результаті розподілу кореспонденцій за гравітаційною моделлю. Величина відхилення не повинна перевищувати 5 %. Розрахунок відхилення проводиться за такою формулою:

$$\begin{aligned}
\Delta_i &= \frac{|HO_i^p - HO_i|}{HO_i} \cdot 100\% \\
\Delta_j &= \frac{|HD_j^p - HD_j|}{HD_j} \cdot 100\%
\end{aligned}
\tag{2.6}$$

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

$$\begin{aligned}
k_i &= \frac{HO_i}{HO_i^p} \\
\text{або} \quad . \\
k_j &= \frac{HD_j}{HD_j^p}
\end{aligned}
\tag{2.7}$$

8. Проводиться розрахунок матриці міжрайонних кореспонденцій з врахуванням отриманих значень коефіцієнтів балансування (друга ітерація).

Загальна структура 4-етапної моделі подана на рисунку 1.12.

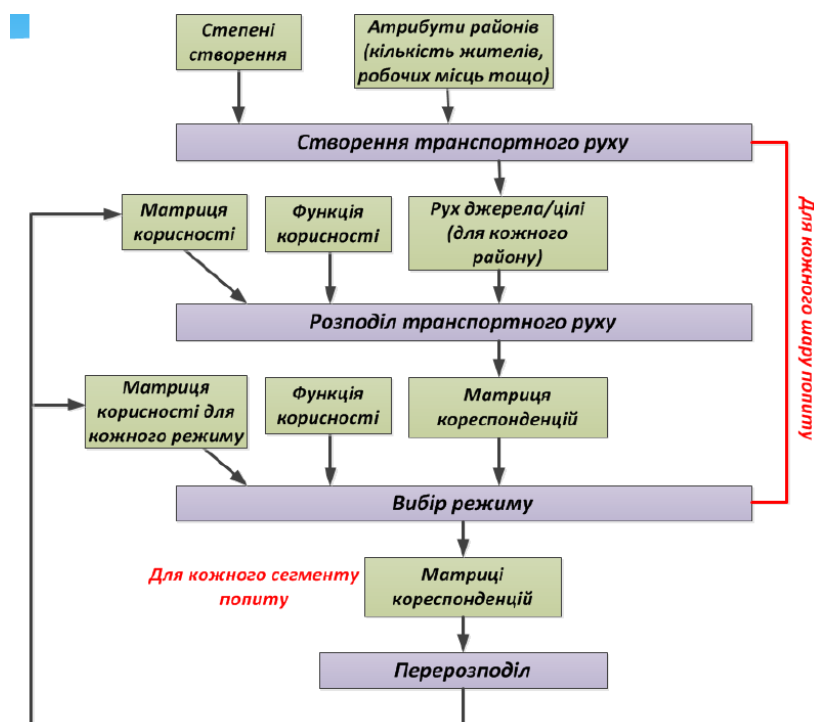


Рис. 2.21. Структурна схема класичної чотирьохетапної моделі транспортного попиту [16]

Блок генерації переміщень відповідає за визначення кількості переміщень, які генеруються і поглинаються в кожному визначеному місці території планування. В цьому блоці проводиться розрахунок загальної кількості переміщень, які здійснюються мешканцями кожного транспортного району. Після цього визначається окремо кількість переміщень, які починаються в межах певного транспортного району, а також кількість переміщень, які закінчуються в межах транспортного району.

Блок розподілу транспортного руху відповідає за розрахунок кількості переміщень, які здійснюються з визначеного місця території планування до всіх інших місць території планування. В цьому блоці кількість переміщень, згенерованих кожним транспортним районом (спродукованих і поглинених) за певним розрахунком розподіляється між іншими транспортними районами.

Тобто, визначається, скільки переміщень буде відбуватись між кожною парою транспортних районів.

Блок вибору режиму відповідає за розподіл кореспонденцій переміщень між режимами руху. В цьому блоці кількість переміщень за кожною кореспонденцією (тобто з визначеного транспортного району відправки до відповідного транспортного району прибуття) за допомогою розрахунку розподіляється між типами переміщень. В результаті отримуються кількості переміщень, які здійснюються кожним режимом руху (громадським транспортом, індивідуальним транспортом, пішки).

Блок перерозподілу (прив'язки переміщень) відповідає за аналітичне та просторове прикріплення переміщень до певних маршрутів, ділянок мережі тощо. В цьому блоці кількість фактичних поїздок, які здійснюються з визначеного місця генерації до визначеного місця притягання за певним маршрутом певним типом переміщення, прикріплюється до ділянок ВДМ, маршрутів громадського транспорту, велодоріжок тощо.

2.2.3. Результати моделювання

Розбиття на транспортні райони.

Місто розбито на 99 транспортних районів. Розбиття на райони показано на рис. 2.22.

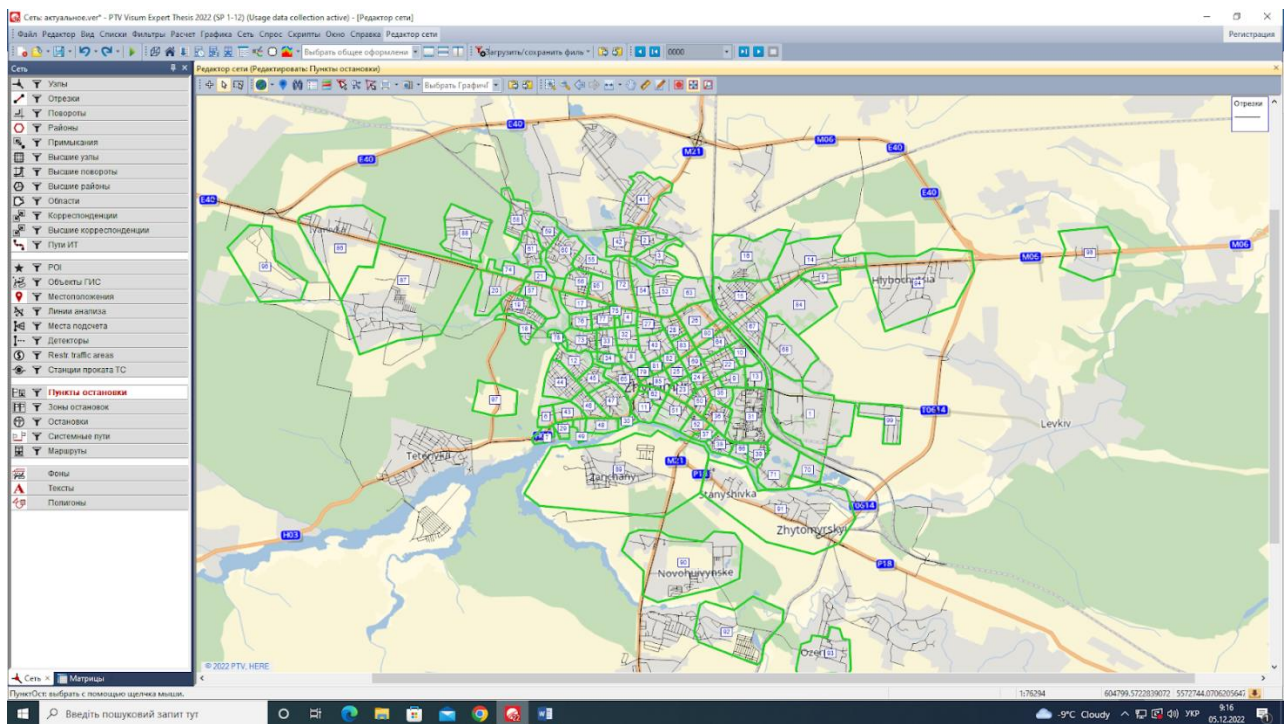


Рис. 2.22. Розбиття міста на транспортні райони

По кожному транспортному району виконано збір статистичної інформації щодо кількості мешканців по вікових категоріях. Оновлено інформація щодо центрів тяжіння районів. Оновлено інформацію щодо навчальних закладів, підприємств, закладів харчування, закладів торгівлі і інших місць роботи.

Розподіл кількості населення за транспортними районами представлено на рис. 2.23.

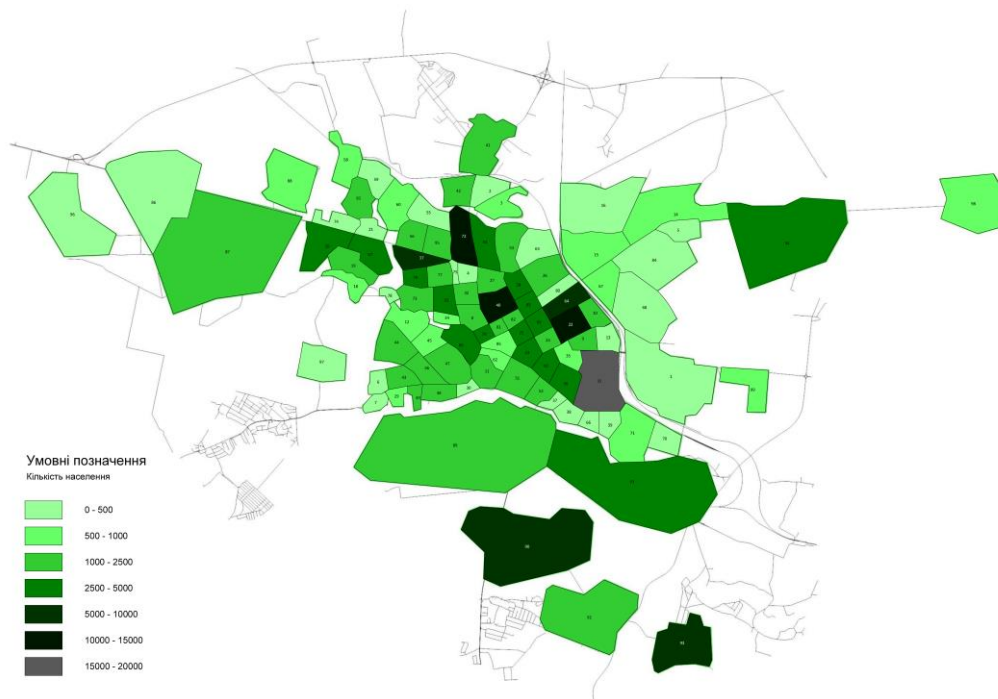


Рис. 2.23. Розподіл кількості населення за транспортними районами

Кількість робочих місць в транспортних районах представлено на рис. 2.24.

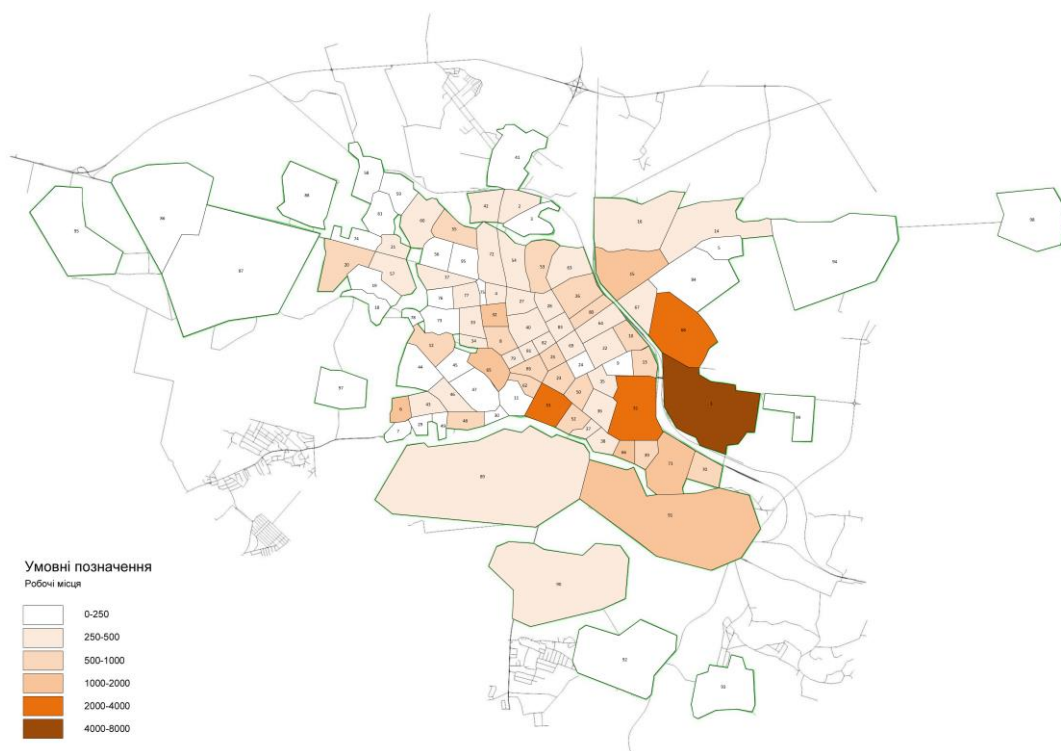


Рис. 2.24. Кількість робочих місць в транспортних районах.

Умовні позначення
Кількість учнів та здружувачів освіти в навчальних закладах

0 - 500
500 - 1000
1000 - 2500
2500 - 5000
5000 - 7500
7500 - 10000

Зразок статистичної інформації представлено на рис. 2.26.



Створення моделі маршрутної мережі.

Згідно отриманої інформації щодо паспортів маршрутів маршрутної мережі міста та з урахуванням останніх змін на маршрутах, розроблено маршрутну мережу міста, яка представлена на рис. 2.27.

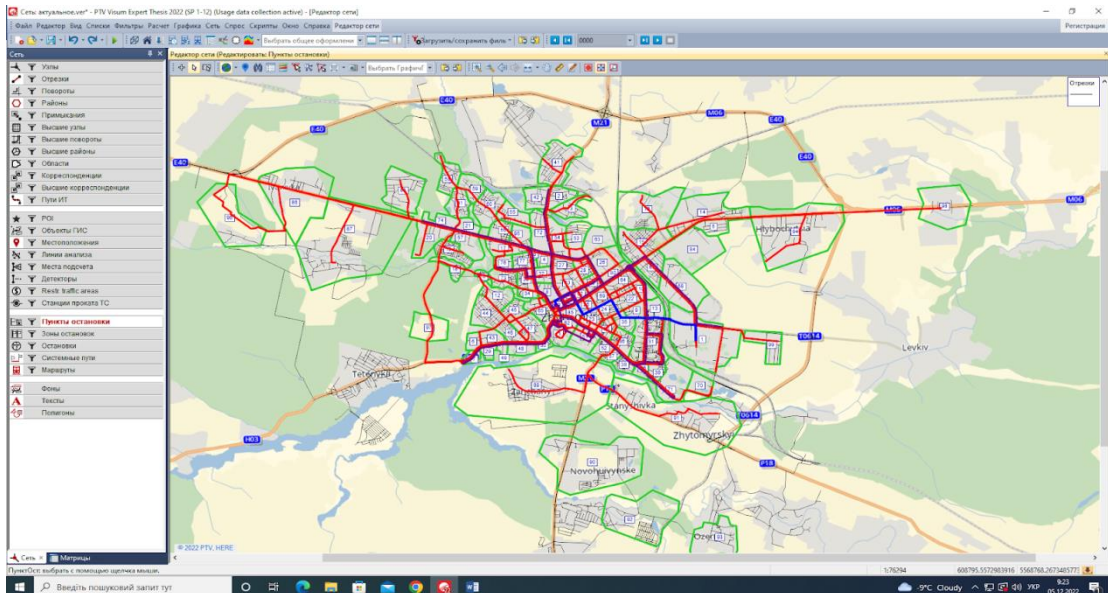


Рис. 2.27. Маршрутна мережа міста.

Оновлена інформація щодо розташування зупинок міського громадського транспорту. Схема розташування зупинок міського громадського транспорту представлена на рис. 2.28.

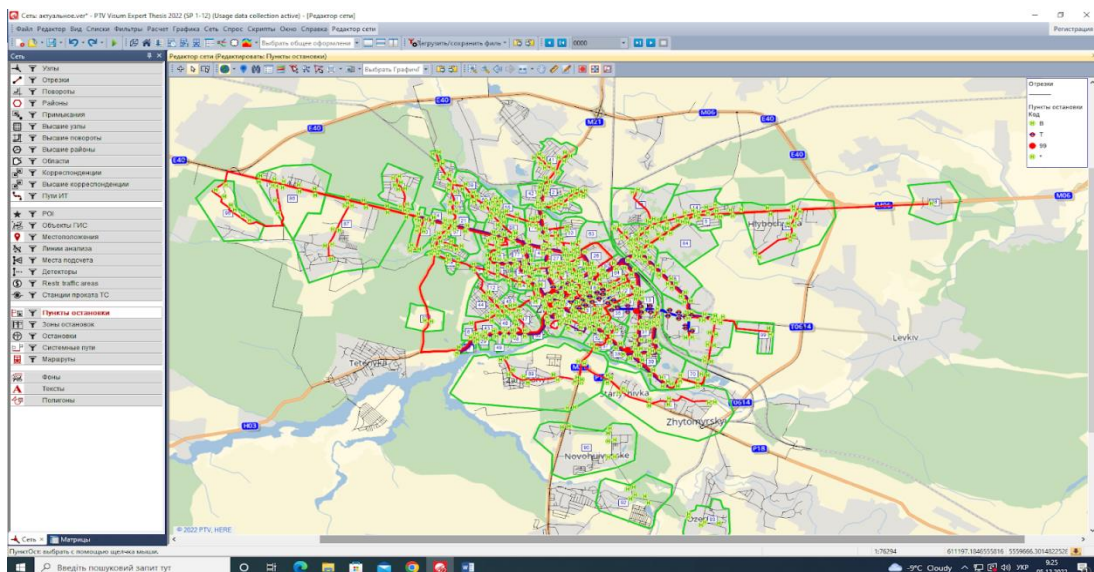
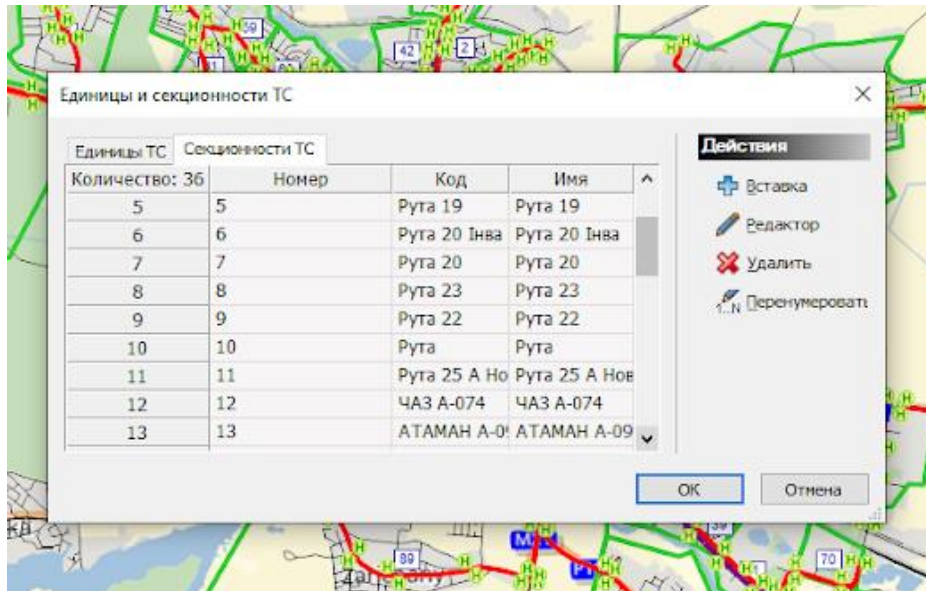


Рис. 2.28. Розташування зупинок міського громадського транспорту

Оновлено інформацію щодо транспортних засобів які працюють на міських пасажирських маршрутах та інформацію щодо розкладу руху транспортних засобів на маршрутах. Приклад інформації по транспортним засобам і графікам руху представлено на рис. 2.29, 2.30 відповідно.



Единицы ТС		Секционности ТС		Код	Имя
Количество: 36	Номер				
5	5			Рута 19	Рута 19
6	6			Рута 20 Інва	Рута 20 Інва
7	7			Рута 20	Рута 20
8	8			Рута 23	Рута 23
9	9			Рута 22	Рута 22
10	10			Рута	Рута
11	11			Рута 25 A Но	Рута 25 A Нов
12	12			ЧАЗ А-074	ЧАЗ А-074
13	13			АТАМАН А-09	АТАМАН А-09

Действия: + Вставка, Редактор, Удалить, Перенумеровать

OK Отмена

Рис. 2.29. Інформація щодо транспортних засобів, що працюють на маршрутах

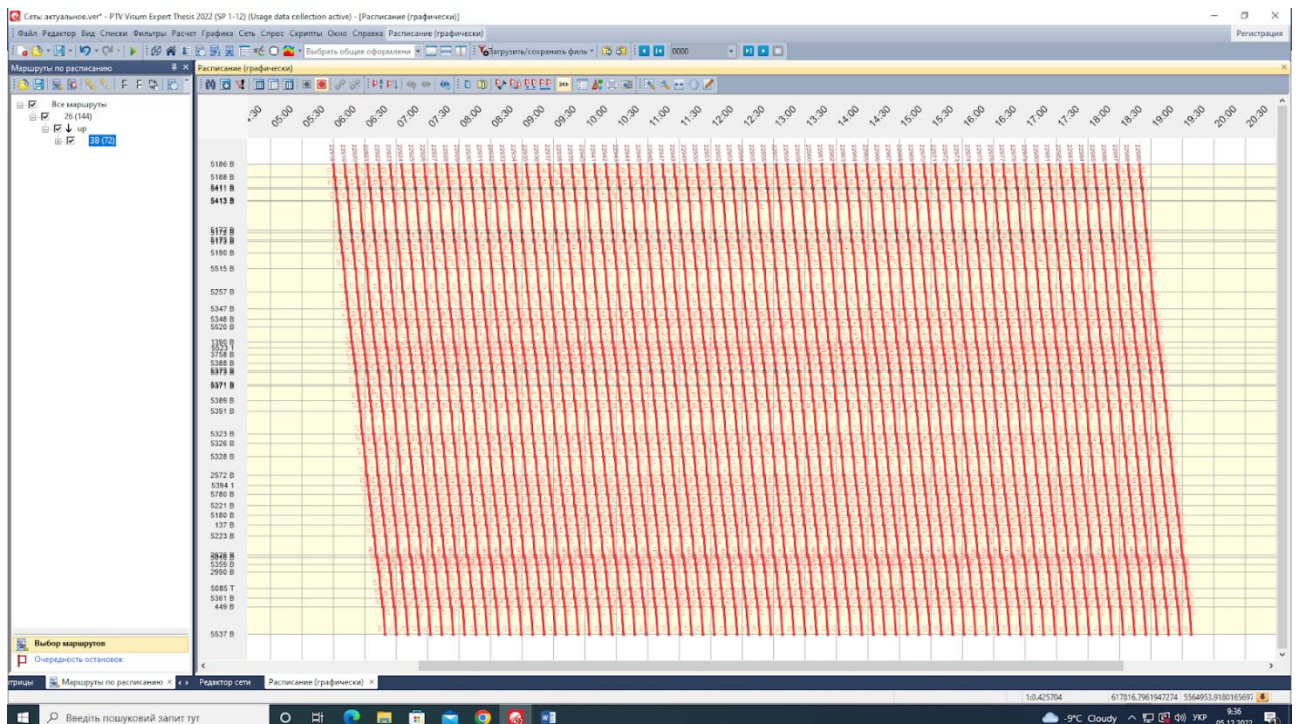


Рис. 2.30. Приклад розкладу руху

На даний час, редагування інформації щодо розкладів руху та транспортних засобів, що працюють на маршрутах, ускладнено тим, що міський пасажирський транспорт працює у не штатному режимі. Машини постійно перекидаються з одних маршрутів на інші. Графіки руху оперативно змінюються в залежності від завантаженості маршрутів та можливостей перевізників.

В результаті розрахунків і подальшого корегування моделі відповідно до даних натурних досліджень було встановлено матрицю кореспонденцій між транспортними районами. Її вигляд представлено на рис. 2.31.

99 x 99		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	Ім'я																															
1	4315.54	593.77	5.50	0.00	5.31	28.57	0.02	0.53	72.88	109.80	0.16	6.19	6.89	205.10	25.26	104.80	0.71	10.67	0.03	0.17	2.92	12.65	0.16	21.21	21.16	250.37	6.26	12.93	6.43	1.26	2.05	814.1
2	1312.23	3.64	10.50	595.03	3.24	1.76	0.03	1.26	26.40	3.96	0.01	1.22	3.18	9.85	1.33	2.79	0.11	7.52	0.92	1.47	5.83	12.98	0.01	2.21	1.54	52.29	0.79	10.39	1.56	0.58	0.03	14.5
3	765.87	0.00	765.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	145.36	1.57	1.45	0.00	0.38	0.65	0.02	0.63	4.01	1.22	0.00	0.31	1.61	3.05	0.47	1.97	0.04	1.23	0.24	0.33	1.48	2.45	0.00	0.94	0.14	8.83	0.44	1.48	0.42	0.37	0.07	6.94
5	1604.92	30.89	3.71	0.00	3.08	16.98	0.15	4.97	40.58	22.29	0.04	2.49	5.71	54.64	20.61	66.46	0.75	6.66	1.12	0.24	2.45	8.91	0.04	6.64	5.00	117.44	5.33	12.37	5.34	4.53	1.41	95.5
6	322.79	0.15	0.33	0.00	0.45	0.96	0.14	6.62	4.77	1.88	0.00	1.16	2.58	0.00	0.60	4.79	0.06	1.77	0.89	0.96	2.79	4.41	0.01	1.47	0.97	23.69	0.04	0.72	0.02	3.58	0.86	13.1
7	1477.61	0.55	1.98	0.00	2.22	3.69	0.00	26.44	26.03	7.75	0.01	5.29	10.55	20.12	2.28	19.82	0.25	9.44	4.75	5.19	15.33	23.54	0.02	6.90	4.08	106.17	0.11	4.08	0.06	17.17	4.01	51.0
8	6739.46	90.57	49.54	0.00	16.85	36.11	0.69	31.16	167.05	58.55	0.10	12.01	87.13	151.87	28.98	114.56	2.46	49.51	14.07	12.52	59.34	98.70	0.10	27.06	20.04	383.64	16.20	56.75	12.22	16.73	9.87	437.1
9	2423.92	103.68	5.87	0.00	4.04	15.63	0.21	7.31	46.17	30.95	0.06	5.35	10.53	94.31	12.21	29.51	0.93	9.69	1.84	0.00	5.63	14.74	0.06	10.59	10.26	138.80	5.74	15.88	5.79	5.77	1.77	380.1
10	1737.24	4.13	0.28	0.00	0.19	0.72	0.01	0.31	2.17	1.57	0.00	0.20	0.50	4.11	0.57	1.30	0.06	0.43	0.02	0.02	0.26	0.69	0.00	0.47	0.46	6.41	0.27	0.72	0.26	0.25	0.08	15.5
11	304.74	3.90	1.17	0.00	0.66	1.12	0.08	3.21	6.09	3.44	0.00	0.72	0.34	6.67	0.82	4.91	0.07	1.63	0.32	0.29	1.30	2.32	0.01	1.36	1.12	18.35	0.60	2.34	0.57	1.99	0.56	24.9
12	8.02	0.03	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00	0.05	0.34	0.05	0.00	0.00	0.18	0.10	0.02	0.14	0.00	0.07	0.01	0.01	0.04	0.11	0.00	0.04	0.02	0.62	0.01	0.06	0.01	0.04	0.01	0.00
13	5983.01	313.59	16.36	0.00	11.35	42.03	0.64	27.32	134.42	105.86	0.17	11.64	21.99	203.92	35.51	86.05	3.44	27.01	5.59	3.75	15.11	41.30	0.17	28.91	28.29	399.32	16.82	43.84	16.12	17.03	5.13	1184
14	311.76	9.48	0.76	0.00	0.59	7.69	0.03	0.82	7.85	4.68	0.01	0.49	1.22	12.12	2.60	13.56	0.47	1.27	0.22	0.04	0.47	1.81	0.01	1.24	1.07	22.93	0.93	2.24	0.90	0.76	0.24	21.3
15	3891.41	141.59	4.78	0.00	7.54	53.99	0.63	21.67	104.59	34.17	0.06	8.84	31.37	88.76	40.99	86.64	5.04	16.70	3.45	0.75	7.86	24.30	0.09	14.35	7.60	302.61	9.81	22.05	7.63	16.59	4.97	0.00
16	82.20	0.73	0.16	0.00	0.15	0.54	0.01	0.24	2.01	0.96	0.00	0.12	0.27	3.18	1.28	4.52	0.04	0.30	0.05	0.01	0.11	0.28	0.00	0.30	0.21	6.39	0.25	0.55	0.23	0.23	0.07	4.50
17	3201.01	25.17	26.77	0.00	9.84	11.25	0.48	21.44	59.95	23.33	0.04	6.11	33.49	57.91	7.99	34.71	0.65	28.76	8.64	10.33	46.03	67.01	0.01	12.06	2.75	185.06	8.98	31.59	9.25	11.58	2.30	124.1
18	402.96	0.04	1.78	0.00	1.02	1.03	0.13	5.85	14.47	2.41	0.00	0.64	2.92	6.49	0.76	3.89	0.06	4.68	1.28	2.02	7.68	10.73	0.01	1.45	1.08	26.44	0.76	2.76	0.92	2.87	0.38	8.90
19	390.95	0.23	3.10	0.00	1.54	0.24	0.16	7.00	14.11	0.00	0.00	0.65	1.46	4.78	0.15	0.93	0.02	6.14	2.21	1.74	10.27	14.11	0.00	0.91	0.00	17.59	0.97	4.35	1.29	3.52	0.46	0.00
20	3594.79	7.62	22.96	0.00	13.03	4.57	0.84	38.52	124.52	14.99	0.03	5.38	23.22	35.62	3.25	18.06	0.28	50.89	15.67	19.11	66.25	117.55	0.01	10.94	12.34	191.75	7.46	37.47	9.66	18.46	21.5	25.9
21	2528.62	17.63	27.17	0.00	11.50	0.84	0.71	31.43	110.09	20.84	0.04	5.10	30.94	52.05	6.70	29.62	0.38	39.38	11.64	13.96	62.49	72.92	0.01	12.34	2.00	199.40	9.05	35.56	9.93	15.44	2.46	65.9
22	2637.44	6.95	0.73	0.00	1.10	3.96	0.03	0.97	3.63	2.75	0.00	0.38	1.02	6.79	0.95	3.51	0.09	0.24	1.18	0.00	0.08	0.29	0.00	0.87	0.85	11.43	0.60	0.67	0.23	0.74	0.21	23.9
23	654.60	15.01	2.36	0.00	1.28	3.36	0.12	4.43	15.41	0.41	0.01	1.53	5.56	18.60	2.35	8.95	0.21	3.62	0.80	0.46	2.97	6.30	0.01	2.59	2.69	39.22	1.18	4.07	1.04	2.93	0.83	68.2
24	756.87	23.73	2.61	0.00	0.53	4.01	0.13	4.41	18.08	11.74	0.02	2.00	5.12	28.64	3.20	7.52	0.23	1.31	0.95	0.00	0.53	1.62	0.02	4.26	3.66	58.14	2.04	4.23	1.39	3.27	0.94	86.0
25	10144.79	221.71	72.07	0.00	27.63	77.82	2.94	94.66	285.71	131.09	0.23	26.94	116.82	335.99	56.55	246.84	5.81	72.62	19.14	11.62	60.05	133.14	0.24	51.30	47.98	657.41	0.00	95.75	20.60	60.25	17.14	0.00
26	399.96	5.36	1.02	0.00	1.28	3.27	0.00	0.09	11.15	5.01	0.01	0.81	2.00	13.08	2.11	7.40	0.21	3.26	0.51	0.59	2.45	5.59	0.01	1.43	1.55	0.00	1.30	4.64	1.88	0.12	0.02	29.3
27	3141.67	25.65	31.13	0.00	9.93	17.57	0.17	7.80	90.60	32.35	0.05	7.35	25.23	79.07	11.84	38.56	1.15	26.57	4.29	6.16	28.51	50.89	0.03	11.42	7.48	205.25	10.76	25.83	11.36	3.71	0.29	158.1
28	526.29	7.66	2.79	0.00	1.69	4.43	0.00	0.07	11.62	6.98	0.01	1.08	2.29	17.31	2.82	7.94	0.27	4.63	0.85	1.09	4.37	8.47	0.01	1.74	1.46	26.29	2.60	6.76	1.86	0.10	0.03	39.2
29	324.79	0.45	0.31	0.00	0.45	1.17	0.15	5.94	4.84	2.12	0.00	1.13	2.93	5.57	0.73	5.26	0.08	1.76	0.81	0.90	2.54	4.00	0.01	1.45	1.05	23.40	0.05	0.57	0.03	2.96	0.02	16.0
30	1256.07	10.08	0.22	0.00	1.18	4.96	0.49	18.99	39.01	8.86	0.01	4.40	12.03	53.92	3.12	21.51	0.35	4.80	1.48	1.62	4.04	8.73	0.02	5.74	4.11	10.99	0.13	0.71	0.11	11.23	2.34	65.9
31	24098.86	1125.24	30.32	0.00	32.42	94.46	2.11	67.97	486.55	536.87	0.82	54.60	21.50	1486.86	78.60	0.00	6.14	72.82	9.64	0.00	15.87	66.66	0.75	133.12	105.95	0.00	47.40	110.22	45.85	61.70	18.52	3558
32	3338.15	31.91	29.41	0.00	9.44	15.62	0.31	14.36	91.66	30.36	0.05	7.80	0.00	75.14	0.00	50.13	0.99	27.50	0.91	6.99	34.15	55.30	0.02	13.41	6.07	200.94	5.00	32.64	7.11	7.32	4.67	201.4
33	4226.32	42.61	25.15	0.00	11.77	19.29	0.41	19.98	116.95	34.24	0.06	9.49	0.00	86.37	13.22	64.76	1.35	35.94	3.74	8.90	43.19	70.27	0.02	17.08	5.39	251.44	10.50	36.61	7.16	9.95	5.96	252.1
34	2153.25	18.96	11.76	0.00	5.93	9.09	0.18	8.70	52.00	15.45	0.03	4.77	26.12	40.22	6.49	34.15	0.60	17.51	5.48	3.64	19.48	34.04	0.04	8.68	6.59	130.31	4.77	0.00	0.00	4.42	2.91	129.1
35	957.34	23.73	2.31	0.00	0.61	5.45	0.16	5.61	21.29	21.48	0.03	3.05	3.34	34.95	4.34	14.15	0.33	1.48	0.40	0.00	0.49	1.70	0.03	6.03	6.67	63.28	2.58	5.45	1.78	1.46	1.22	87.6
36	2179.32	45.11	4.27	0.00	3.81	6.28	0.36	12.95	49.15	24.65	0.04	4.83	17.34	64.61	4.59	34.51	0.93	10.92	2.05	1.12	7.79	18.12	0.04	9.51	7.89	117.59	3.71	10.34	2.85	8.90	2.55	293.1
37	1694.11	32.43	3.19	0.00	3.02	5.03	0.29	10.42	39.51	19.87	0.03	3.89	13.21	52.09	3.68	22.38	0.45	0.79	2.14	0.90	6.25	14.55	0.03	7.59	6.17	94.87	0.93	6.97	1.06	7.17	2.06	234.1
38	536.31	13.30	0.38	0.00	0.94	2.36	0.09	3.27	12.50	6.96	0.01	1.24	0.00	18.68	1.30	3.19	0.45	0.00	0.30	1.91	4.55	0.01	2.40	1.								



Рис. 2.32. Картограма пасажиропотоків існуючої мережі громадського транспорту.

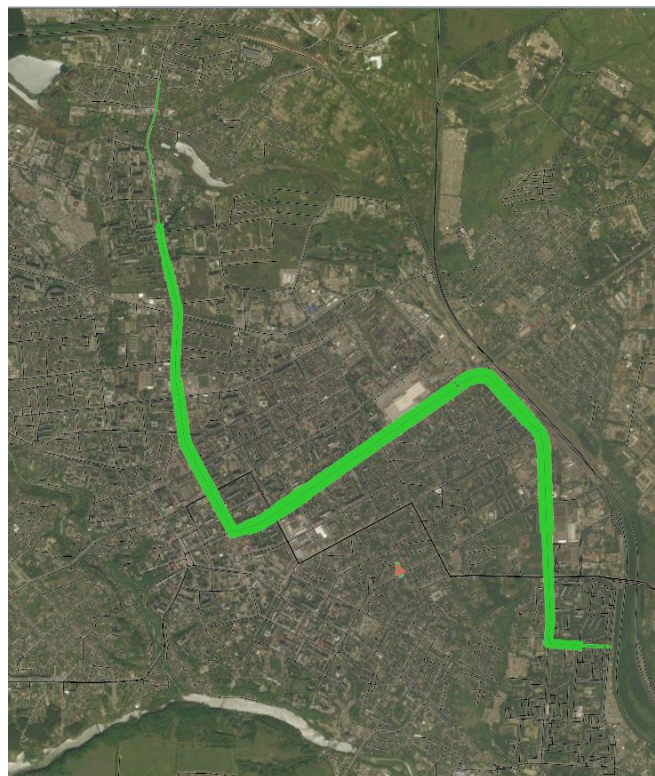


Рис. 2.33. Картограма пасажиропотоків тролейбусного маршруту №4 в існуючій мережі громадського транспорту.

2.3. Вибір району міста для дослідження зміни транспортних потоків з урахуванням перспектив житлової забудови

Як було показано вище, у міста Житомир є усі передумовою для подальшого розвитку. Більше того, основні напрямки розвитку визначені відповідними документами затвердженими Житомирської міською радою. Але, разом із тим, такий розвиток, означатиме суттєвий приплив нових фахівців, а, отже, і необхідність оновлення та подальшого розвитку житлового фонду міста. Тому, як зазначалось, одним із перспективних напрямків є розвиток житлової забудови. На даний час, можна визначити кілька основних перспективних зон житлового будівництва, де будівництво вже розпочато (рис. 2.34.).

Очевидно, що після завершення будівництва і введення житлових комплексів в експлуатацію, а також після заселення цих житлових комплексів новими мешканцями, суттєво зміниться розподіл пасажиропотоків у місті. Врахування цих змін, а також змін у розташуванні точок тяжіння, є необхідною умовою для створення ефективної мережі громадського транспорту міста.

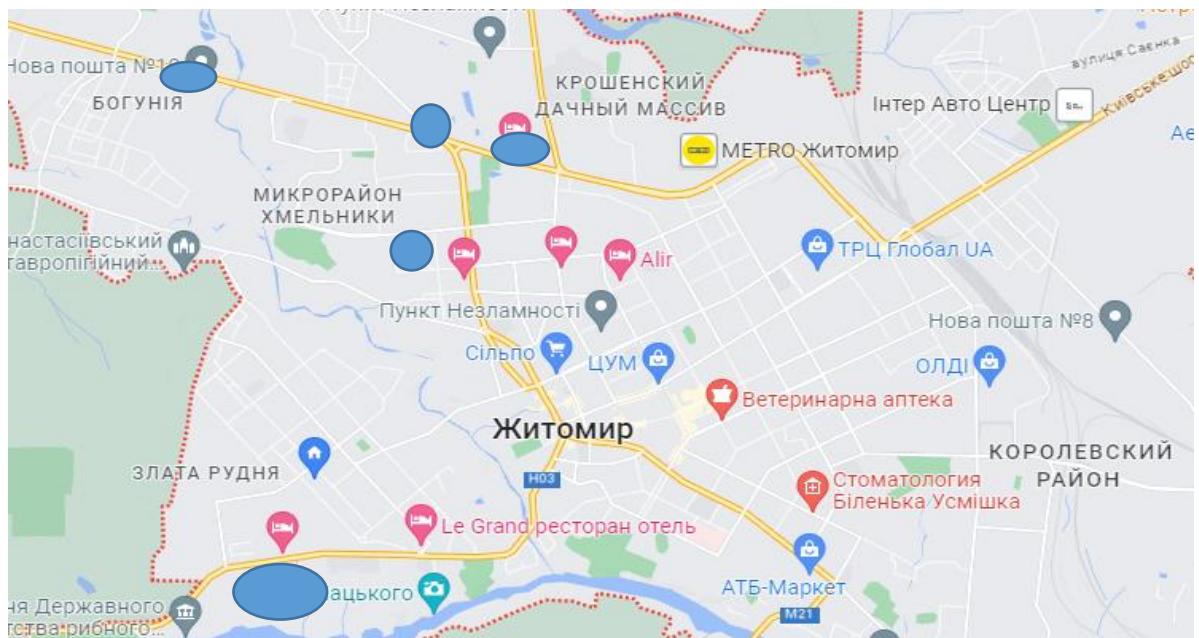


Рис. 2.34. Райони міста де розпочато, або завершується житлове будівництво

Як видно з наведеної інформація значна концентрація об'єктів житлового будівництва спостерігається в районі вул. Покровської між проспектом незалежності і Агротехнічним коледжем. Враховуючи складну транспортну ситуацію у цьому районі, що підтверджується результатами досліджень (рис. 2.5 – 2.14) та результатами моделювання існуючою мережі громадського транспорту (рис. 2.32), вважаємо за доцільне розглянути детально вказаний район і розробити перспективну транспортну модель з урахуванням збільшення кількості мешканців.

Висновки до другого розділу.

1. Проаналізовано існуючі методи натурних досліджень пасажиропотоків. Обґрунтовано вибір методів вибіркового дослідження пасажиропотоків у м. Житомирі, що відбулися у 2022 році. На основі аналізу результатів проведених досліджень, можна зробити висновки про те, що наявна мережа громадського транспорту у деяких районах міста вже зараз працює з перевантаженням у години «пік».
2. Проаналізовано основні підходи до створення транспортних моделей з використанням програмного продукту PTV Visum. Розроблена модель громадського транспорту м. Житомира. Наведено результати моделювання у вигляді картограм пасажиропотоків, які підтверджують результати натурних досліджень і показують, що у деяких районах міста у години «пік» громадський транспорт працює з перевантаженням.
3. На основі аналізу результатів натурних спостережень, моделювання та, з урахуванням перспектив житлової забудови обґрунтовано вибір району міста для подальших досліджень. Таким районом став житловий район «Крошня» де сконцентрована значна частина житлових новобудов. Крім того, це один з районів де транспорт працює з перевантаженням.

3. ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ З УРАХУВАННЯМ ПЕРСПЕКТИВ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ ОБРАНОГО РАЙОНУ МІСТА

3.1. Визначення раціонального методу прогнозування попиту на транспортні послуги у місті Житомир

При розробці переліку стратегічних заходів, спрямованих на розвиток системи міського пасажирського транспорту загального користування першочергове значення має інформація про попит на транспортні послуги. Прогнозування пасажиропотоків є передумовою для планування системи міського пасажирського транспорту загального користування та інструментом визначення доцільності залучення інвестицій у її розвиток.

Першим етапом на шляху до вибору раціонального методу прогнозування попиту на транспортні послуги є визначення основних цілей прогнозування. З цією метою детально проаналізовано основні стратегічні документи щодо розвитку міських пасажирських перевезень у м. Житомирі [17, 18]. Виходячи з цього визначено, що результати прогнозування можуть бути використані для:

- визначення стратегічних напрямів розвитку міського пасажирського транспорту загального користування та прийняття довгострокових планувальних рішень;
- обґрунтування необхідної кількості та характеристик рухомого складу міського пасажирського транспорту для своєчасного та повного задоволення транспортного попиту;
- порівняння альтернативних варіантів розвитку інфраструктури, формування переліку інфраструктурних об'єктів транспортної галузі, які є пріоритетними для забезпечення ефективного функціонування міського пасажирського транспорту;
- удосконалення маршрутної мережі міського пасажирського транспорту загального користування шляхом оперативного реагування на коливання попиту для забезпечення ефективності використання парку

рухомого складу та забезпечення населення необхідним обсягом транспортних послуг.

Потужність пасажиропотоків визначається на підставі аналізу кореспонденцій пересувань жителів міста між та в межах його транспортних районів. Сучасні методи визначення та оцінки обсягів пасажирських кореспонденцій забезпечуються відповідними розрахунками, які ґрунтуються на використанні інформації про соціально-економічні показники та місця розташування об'єктів тяжіння в межах території транспортного планування.

Найбільш поширений підхід до визначення прогнозних параметрів транспортного попиту передбачає застосування спеціалізованих програмних продуктів з транспортного моделювання. У даному випадку прогнозна матриця кореспонденцій формується у транспортній моделі за допомогою гравітаційного алгоритму. Також в програмні продукти інтегровано алгоритми розрахунку прогнозних показників, що мають безпосередній вплив на транспортний попит.

Базові характеристики транспортної моделі м. Житомира представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Базові характеристики транспортної моделі м. Житомир

Функціональне призначення	Характеристики моделі
- Аналіз мобільності населення та існуючого стану функціонування транспортної системи міста - Прогнозування транспортного попиту - Оптимізація маршрутів громадського транспорту - Обґрунтування містопланувальних рішень	- Тип моделі – унімодальна 8 шарів попиту за різними цілями поїздки 99 транспортних районів (з соціально-економічною статистикою) 4 системи громадського транспорту (тролейбус, трамвай, автобус/маршрутне таксі) 35 маршрутів громадського транспорту

Загальна концепція прогнозування транспортного попиту з використання транспортної моделі представлена на рисунку 3.1.

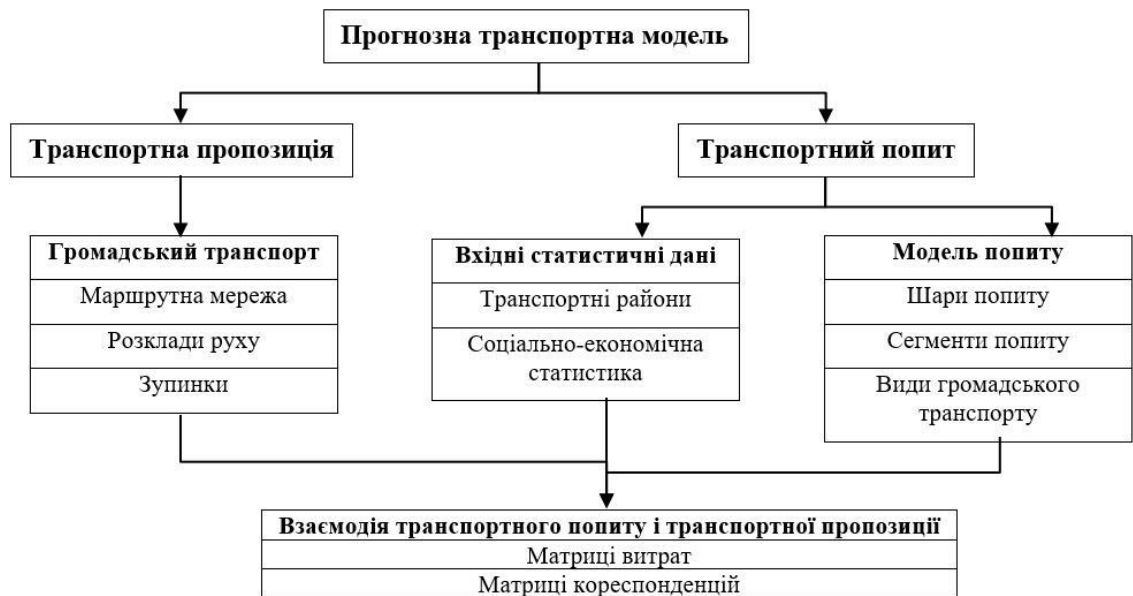


Рис. 3.1. Концепція прогнозування транспортного попиту у м. Житомирі з використанням транспортної моделі

При застосуванні вищевказаного підходу отримані основні характеристики прогнозного транспортного попиту: напрямок та потужність пасажиропотоків за видами транспорту та обсяги пасажирських перевезень за маршрутами громадського транспорту.

3.2. Моделювання пасажиропотоків з урахуванням перспективи житлової забудови

3.2.1. Зміни у базовій транспортній моделі

Для моделювання змін у транспортних потоках з урахуванням перспектив житлової забудови визначеного району міста у базову транспортну модель були внесені відповідні зміни щодо кількості мешканців відповідних транспортних районів. При цьому віковий склад мешканців у відсотковому співвідношенні залишений без змін. Дані зміни вносились на основі паспортів об'єктів

житлової забудови у вказаному районі та корегувались у відповідності до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» [19].

На рис. 3.2. Представлено схему розташування об'єктів незавершеної житлової забудови у обраному районі міста.

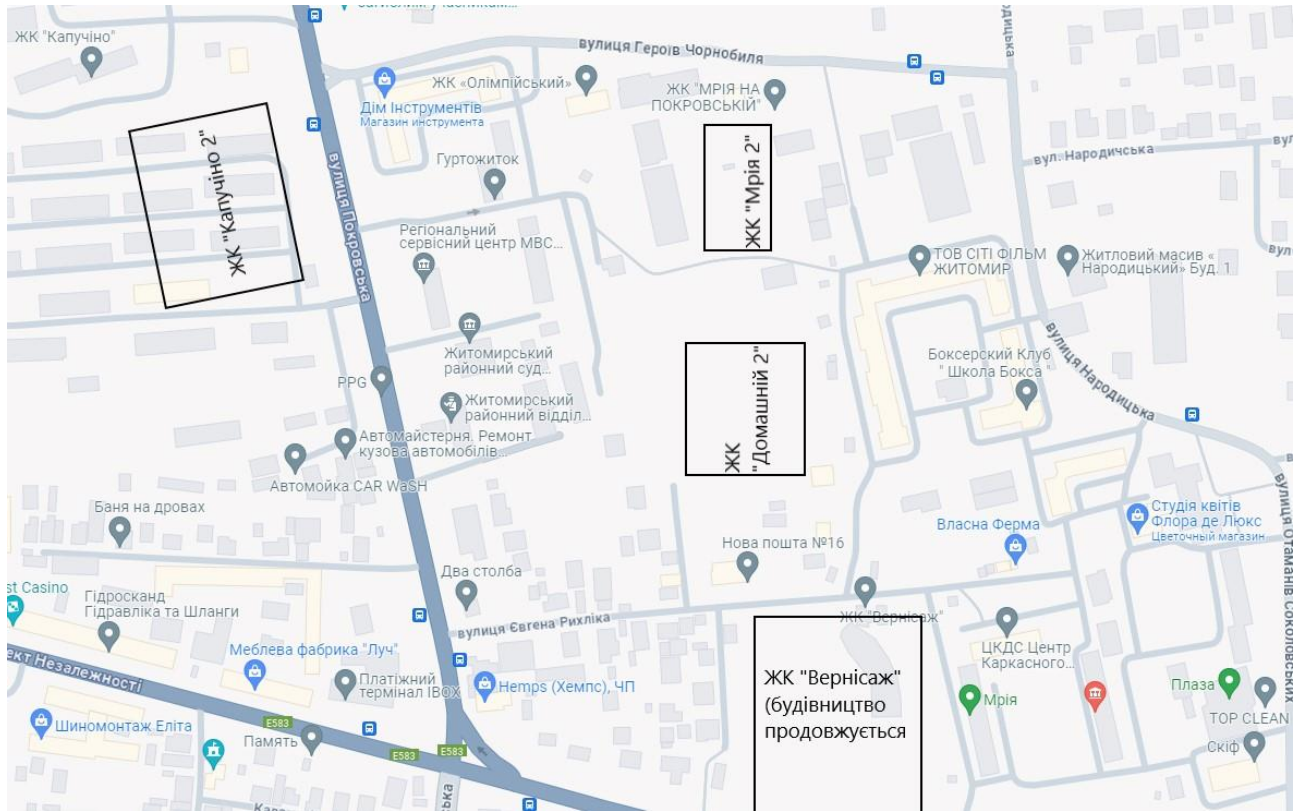


Рис. 3.2. Розташування об'єктів незавершеної житлової забудови

З наведеної схеми видно, що усі об'єкти розташовані в зоні пішої доступності мереж громадського транспорту. Відповідно, можна зробити висновки, що завершення будівництва вказаних об'єктів і їх заселення суттєво вплине на пасажиропотоки існуючої мережі громадського транспорту.

3.2.2. Результати моделювання

Після внесення відповідних змін у базову транспортну модель були проведені необхідні розрахунки для визначення змін у пасажиропотоках. Результати моделювання представлено на рис. 3.3 – 3.4.

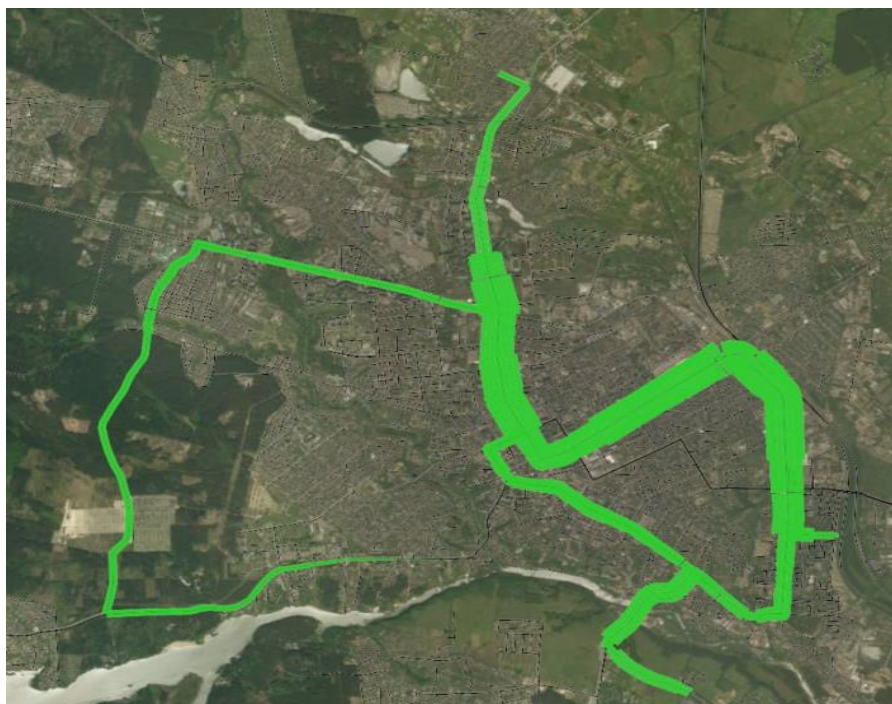


Рис. 3.3. Сумарний пасажиропотік по усіх маршрутах громадського транспорту, що проходять через обраний район міста, по базовій моделі



Рис. 3.4. Сумарний пасажиропотік по усіх маршрутах громадського транспорту, що проходять через обраний район міста, по прогнозній моделі

З представлених результатів моделювання видно, що після заселення вказаних об'єктів житлової забудови Сумарний пасажиропотік по усіх маршрутах громадського транспорту, що проходять через обраний район міста збільшиться, на окремих ділянках у 2-2,5 рази.

З урахуванням того, що наданий момент мережа громадського транспорту у зазначеному районі працює з відчутним перевантаженням (розділ 2), така ситуація потребуватиме прийняття певних рішень.

Можливі два шляхи вирішення ситуації, що може виникнути:

4. Збільшення кількості одиниць транспорту на існуючих маршрутах.
5. Розробка та впровадження нових маршрутів.

Перший варіант не є доцільним, оскільки призведе до збільшення інтенсивності транспортних потоків на ділянках проходження маршрутів. На деяких ключових ділянках, наприклад по вул. Покровська, вже зараз інтенсивність транспортних потоків у години пік наближається, а, подекуди, і перевищує пропускну здатність вулиці. Тому подальше зростання інтенсивності транспортних потоків призведе до виникнення транспортних заторів.

Таким чином, можливим варіантом вирішення проблеми якісного транспортного обслуговування населення вказаного району, може бути розробка та впровадження нових маршрутів громадського транспорту, що з'єднають зазначений житловий район міста з ключовими центрами тяжіння у інших районах.

Висновки до третього розділу.

1. Показано, як за рахунок наявної транспортної моделі можна прогнозувати зміни в пасажиропотоках з урахуванням перспектив житлової забудови. Обґрунтовано нові параметри моделі, які враховують зміну кількості мешканців обраного для аналізу району.
2. Наведено результати прогнозного моделювання, на основі аналізу яких показано, що пасажиропотік на громадському транспорті, що сполучає

обраний район міста з іншими районами, після заселення наявних об'єктів житлового будівництва, може зрости у 2 – 2,5 рази порівняно з наявними показниками.

4. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПОБУДОВА АЛЬТЕРНАТИВНИХ МАРШРУТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБРАНОГО РАЙОНУ МІСТА

На основі даних натурних досліджень пасажиропотоків по маршрутам, що проходять через обраний житловий район міста, та результатів моделювання, можна зробити висновки про основні пункти призначення мобільностей мешканців даного житлового району:

1. вул. Київська (район універмагу та житнього ринку)
2. вул. Київська (район ТРЦ «Глобал» та автовокзалу)
3. вул. Чуднівська (район державного університету «Житомирська політехніка»)
4. Район промавтоматики та польової
5. Промислова зона (вул. Параджанова, вул. Корольова)

Сполучення з промисловою зоною та районом промавтоматики і польової може бути в достатній мірі забезпечено наявною мережею громадського транспорту за умови, що пасажирів, які прямують в інші райони міста матимуть можливість користуватися іншими маршрутами.

У існуючій мережі громадського транспорту сполучення з районом універмагу і Житнього ринку, а також із районом ТРЦ «Глобал» і автовокзалу, здійснюється тими ж маршрутами, що і сполучення з районом промавтоматики та польової. Тому, для сполучення обраного житлового району з районом універмагу і Житнього ринку, а також із районом ТРЦ «Глобал» і автовокзалу доцільно розробити альтернативні маршрути.

Сполучення з корбутівки (Державний університет «Житомирська політехніка») здійснюється двома маршрутами, один з яких прямує через район універмагу і Житнього ринку, а другий – по усій довжині вул. Київської і, далі, через великий житловий район «Богунія». Тому, на нашу думку, цей напрямок сполучення варто підсилити новим маршрутом.

Таким чином, можна зробити висновки про те, що з урахуванням перспектив житлової забудови вказаного житлового району міста, існує

необхідність у розробці кількох нових маршрутів громадського транспорту для його сполучення із районами Житнього ринку і універмагу, ТРЦ «Глобал» і автовокзалу, а також маршруту для підсилення сполучення із житловим районом «Богунія» і районом Корбутівки (державний університет «Житомирська політехніка»).

Маршрути для сполучення обраного житлового району з Житнім ринком і універмагом.

Для даного сполучення пропонується відновити тролейбусний маршрут, який колись існував у місті – маршрут №12 «Крошня – «Центр». Маршрут пролягав по вулиці Покровській до вулиці Львівської, далі – до вулиці Небесної сотні до вулиці Київської (універмаг) і далі до вулиці Покровської. Як показують результати моделювання (рис. 4.1), впровадження цього маршруту дозволить розвантажити інші існуючі маршрути, оскільки частина пасажирів, що прямують до Житнього ринку і універмагу обиратимуть саме його.

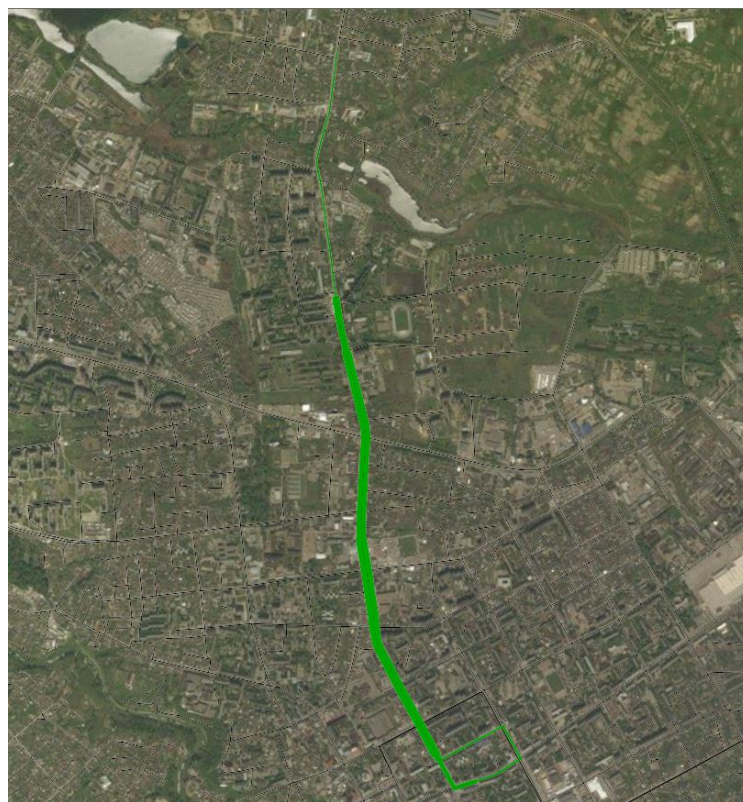


Рис. 4.1. Результати моделювання пасажиропотоків по тролейбусному маршруту №12

Маршрути для підсилення сполучення обраного житлового району з районом Корбутівки (Державний університет «Житомирська політехніка»).

Для підсилення сполучення у цьому напрямку, на нашу думку, доцільно повернути автобусний маршрут №3, який функціонував у місті до початку повномасштабного вторгнення росії. Даний маршрут сполучав район Крошні з районом Мальованки і проходив через житловий район Богунія і через район Корбутівки. На нашу думку, варто дещо скоригувати даний маршрут. А саме скоротити його і зробити кінцевим пунктом район Корбутівки (Державний університет «Житомирська політехніка»). За результатами моделювання (рис. 4.2) видно, що впровадження даного маршруту дозволить дещо розвантажити існуючий автобусний маршрут №30, який з'єднує район Крошні з районом Мальованки через центр (універмаг, Житній ринок) та район Корбутівки. Крім того, даний маршрут дозволить підсилити сполучення великого житлового району Богунія з освітнім центром у районі Корбутівки.

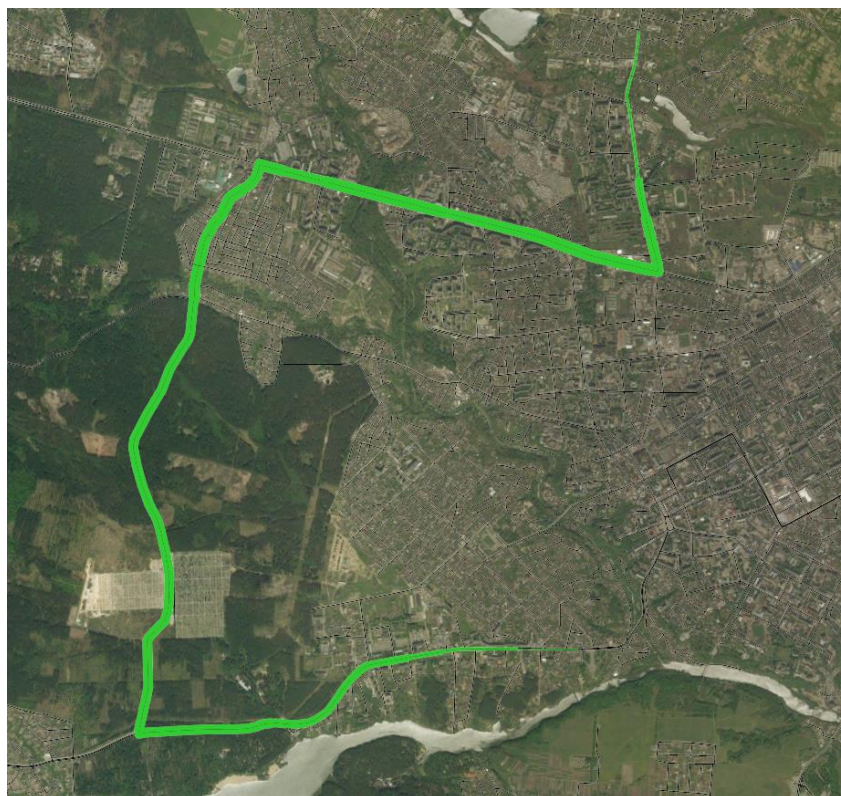


Рис. 4.2. Результати моделювання пасажиропотоків по автобусному маршруту №3

Проте, у напрямку даного сполучення спостерігається значне коливання пасажиропотоків протягом доби. Тому, на нашу думку, доцільно, у випадку впровадження автобусного маршруту №3, маршрути №3 і №30 робити із плаваючим графіком, зменшуючи інтервали між автобусами у години пік і, відповідно, збільшуючи їх міжпікові години. У такому випадку, необхідно дуже детально вивчити попит на транспортні послуги по даним маршрутам протягом доби і відповідним чином розробити графіки руху.

Маршрути для сполучення обраного житлового району з районом ТРЦ «Глобал» і автовокзалом.

У існуючій мережі, сполучення у даному напрямку відбувається по вулицям Покровській і Київській. Проте, на цих вулицях спостерігається велика концентрація транспорту. Тому збільшення кількості транспортних засобів на існуючих маршрутах не вирішить проблеми підвищення якості транспортного обслуговування населення обраного житлового району. Тому, на нашу думку, для забезпечення якісного транспортного сполучення у даному напрямку, доцільно розробити нові автобусні маршрути, що пролягатимуть по вулицям Героїв Чорнобиля, Народицькій, проспекту Незалежності, Східній, Грушевського.

Даний маршрут забезпечить швидке сполучення обраного житлового району з районом ТРЦ «Глобал» і автовокзалу. Крім того, запропонований маршрут проходить через житлову забудову по вулицям Східній і Грушевського, що дозволить підвищити рівень транспортного забезпечення цих району. Результати моделювання пасажиропотоків запропонованого маршруту представлено на рис. 4.3.

З огляду на порівняно невеликі пасажиропотоки (рис. 4.3), які отримані в результаті моделювання даного маршруту, слід розглянути забезпечення цього маршруту автобусами малої і середньої пасажиромісткості і питання можливості організації на даному маршруті графіку руху зі змінними інтервалами. Проте, це потребує додаткового вивчення змін пасажиропотоку на даному маршруті протягом доби.

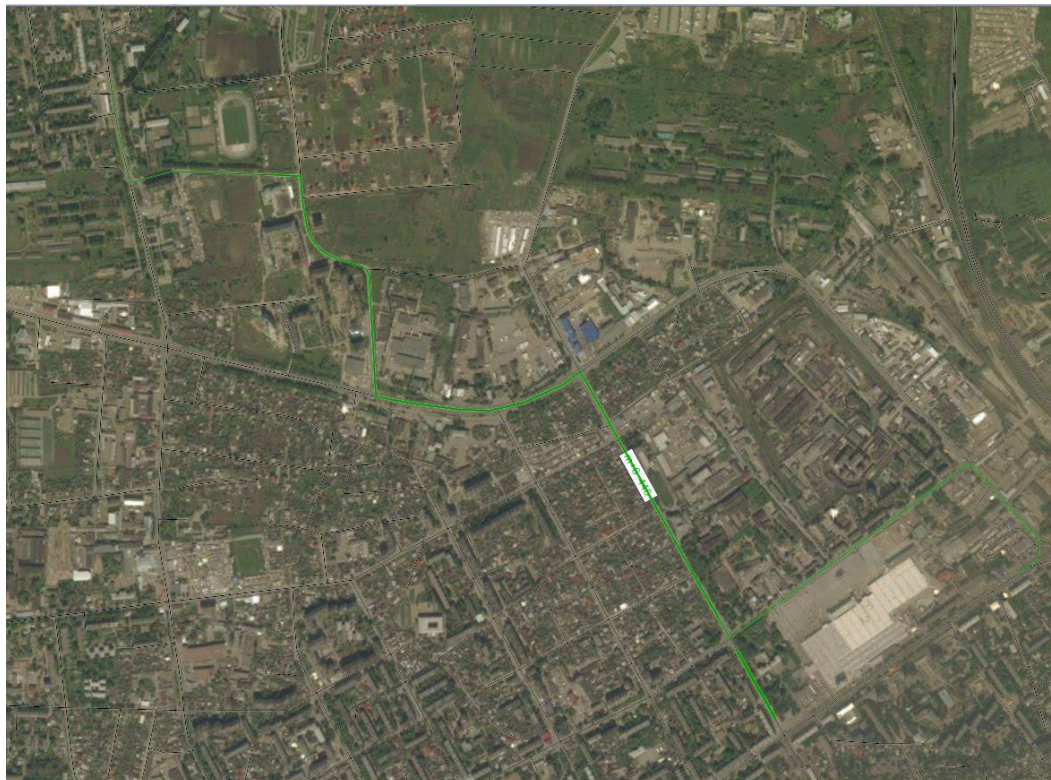


Рис. 4.3. Результати моделювання пасажиропотоків запропонованого нового маршруту

Для підвищення економічної і соціальної ефективності даного маршруту, можна розглянути варіант поєднання його з існуючим автобусним маршрутом №8. Це дозволить підвищити рівень транспортного обслуговування району вулиці Вільський шлях з приватною забудовою та з'єднати цей район з районом ТРЦ «Глобал» і автовокзалом. Результати моделювання пасажиропотоку на ділянці від вулиці Покровської до вулиці Вільський шлях представлено на рис. 4.4.

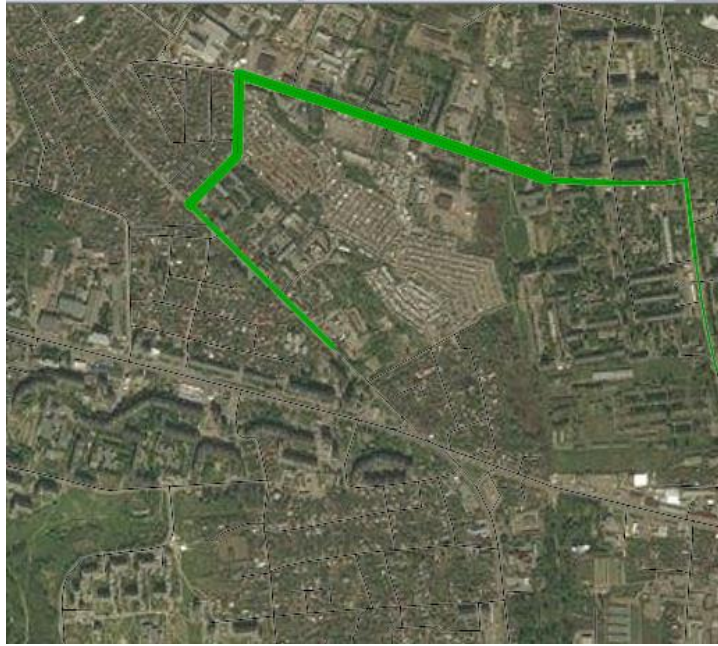


Рис. 4.4. Результати моделювання пасажиропотоку запропонованого маршруту на ділянці вул. Покровська – вул. Вільський шлях.

Висновки до четвертого розділу.

1. На основі аналізу результатів натурних досліджень та результатів моделювання зроблено висновки про напрямки сполучення, що користуються найбільшим попитом. Таких напрямків є 5:
 1. вул. Київська (район універмагу та житнього ринку);
 2. вул. Київська (район ТРЦ «Глобал» та автовокзалу);
 3. вул. Чуднівська (район державного університету «Житомирська політехніка»);
 4. Район промавтоматики та польової;
 5. Промислова зона (вул. Параджанова, вул. Корольова).
2. Для вказаних напрямків запропоновано ряд заходів для зменшення навантаження на маршрутну мережу громадського транспорту. Серед запропонованих заходів повернення частини маршрутів, що існували раніше, а також впровадження нових маршрутів для деяких напрямків.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. На основі аналізу відкритих документів Житомирської міської ради та з урахуванням обмежень нормативних документів щодо щільності населення житлових районів, показано перспективи розвитку житлового будівництва у м. Житомир.
2. Обґрунтовано вибір методів вибіркового дослідження пасажиропотоків на мережі громадського транспорту у м. Житомирі. Проведено відповідні дослідження. Аналіз результатів проведених досліджень показує, що у деяких районах міста громадський транспорт працює з перевантаженням у години «пік».
3. Модернізовано модель громадського транспорту м. Житомир. Результати моделювання наявної мережі громадського транспорту за наявного транспортного попиту підтверджують результати натурних досліджень пасажиропотоків, а саме те, що у деяких районах міста громадський транспорт працює із перевантаженням.
4. Обґрунтовано вибір району міста для подальших досліджень. Обґрунтовано параметри моделі транспортного попиту, які були внесені у прогностичну модель мережі громадського транспорту. Аналіз результатів моделювання за прогностичною моделлю, показує, що на деяких ділянках маршрутної мережі у обраному для аналізу районі, спостерігається збільшення пасажиропотоків у 2 – 2,5 рази.
5. На основі аналізу результатів натурних досліджень та результатів моделювання зроблено висновки про напрямки сполучення, що користуються найбільшим попитом. Таких напрямків є 5:
 - вул. Київська (район універмагу та житнього ринку);
 - вул. Київська (район ТРЦ «Глобал» та автовокзалу);
 - вул. Чуднівська (район державного університету «Житомирська політехніка»);
 - Район промавтоматики та польової;
 - Промислова зона (вул. Параджанова, вул. Корольова).

6. Для вказаних напрямків запропоновано ряд заходів для зменшення навантаження на маршрутну мережу громадського транспорту. Серед запропонованих заходів повернення частини маршрутів, що існували раніше, а також впровадження нових маршрутів для деяких напрямків.

Список використаної літератури

1. Проект «Внесення змін до генерального плану міста Житомира» розроблений згідно договору від 16.12.2014 р. № 518-01-2014р. (<https://ztrada.gov.ua/files/upload/sitefiles/doc1548080024.pdf>)
2. Аулін В.В., Голуб Д.В. Якість перевезення пасажирів як невід’ємна частина транспортного процесу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. 2008. Випуск 5/2008. Частина 2. С. 80-84.
3. Управління міським пасажирським транспортом : навч. посібник / К. Є. Вакуленко, К. В. Доля ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 257 с.
4. Доля В. К. Методы организации перевозок пассажиров в городах / В. К. Доля. – Харьков: Основа, 1992. – 144 с.
5. Eurostat Yearbook 2007. Eurostat, 2007.
6. Доля В. К. Пасажирськи перевезення: [підручник] / В. К. Доля. – Харків: «Вид-во «Форт», 2011. – 504 с.
7. Штанов В. Ф. Управление качеством обслуживания пассажирским автомобильным транспортом в городах / В. Штанов, А. Игнатенко. – К.: Знание, 1981. – 24 с.
8. Штанов В. Ф. Совершенствование организации и управления перевозочным процессом на пассажирском автотранспорте / В. Штанов, А. Коцюк. – К.: Знание, 1991. – 20 с.
9. Организация перевозок пассажирским автомобильным транспортом / [Штанов В. Ф., Подберезкин Г. А., Ищенко В. А., Чумаченко А. И.]. – К.: Техника, 1988. – 94 с.
10. Лигум Ю. С. Автоматизация диспетчерского управления на автомобильном транспорте / Ю. С. Лигум. – К.: Знание, 1981. – 22 с.
11. Ігнатенко О. С. Організація автобусних перевезень у містах / О. С. Ігнатенко, В. С. Маруни. – К.: УТУ, 1998. – 196 с.
12. Куниця О. А. Зниження часу очікування пасажирами міських маршрутних транспортних засобів // дисс. на здобуття наукового ступеня канд.

техн. наук – Харків: ХНАМГ. – 2008. – 179 с.

13. Коцюк О. Я. Взаємодія видів транспорту / Олександр Якович Коцюк. – К. : УТУ, 1999. – 107 с.

14. Проблемы транспортных систем: [под ред. Доли В. К.]. – Харьков: ХГАДТУ, 1999. – 100 с.

15. Горбачев П. Ф. Совершенствование схем маршрутов автобусов в крупнейших городах: дисс... доктора техн. наук: 05.22.01 / П. Ф. Горбачев. – Харьков, 1993. – 164 с.

16. Розумний транспорт і логістика для міст : навчальний посібник / [авт. колектив: О.О. Лобашов, М.В. Ольхова, А.С. Галкін та ін.] – Житомир : «Житомирська політехніка», 2021 – 609 с.

17. План сталої міської мобільності м. Житомир. Затверджено рішенням Житомирської міської ради №1479 від 20.06.2019 р. (<https://zt-rada.gov.ua/files/upload/sitefiles/doc1561970781.pdf>)

18. Концепція інтегрованого розвитку Житомира до 2030 року. Затверджено рішенням Житомирської міської ради №1359 від 07.06.2019 р. (https://2030.zhitomir.ua/wp-content/uploads/2022/09/kontsiptsiiia_2.pdf)

19. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій»

20. Бегерський Д.Б., Пехоцька А.В. Аналіз основних проблем в сфері пасажирського транспорту і перевезень. Тези XV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 24-26 жовтня 2022 року. Житомир : "Житомирська політехніка", 2022. С. 25-26.

21. Бегерський Д.Б., Пехоцька А.В. Визначення факторів покращення маршрутної мережі громадського транспорту м. Житомир з урахуванням перспектив житлової забудови. Тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, присвяченої Дню науки, 15-19 травня 2023 року. Житомир : "Житомирська політехніка", 2023. С. 3-4.

22. Бегерський Д.Б., Пехоцька А.В., Леонєць Я.А. Вплив планової

житлової забудови на транспортне обслуговування населення (на прикладі житлового району м. Житомир). Матеріали XVI-ої міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 23-25 жовтня 2023 року. Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2023. С. 55-57.

ДОДАТКИ



Міністерство освіти і науки України
 Вінницький національний технічний університет
 Державний університет «Житомирська політехніка»
 Луцький національний технічний університет
 Технічний університет Дрездена (м. Дрезден, Німеччина)
 Університет Вітовта Великого (м. Каунас, Литва)
 Технічний університет ім. Георгія Асакі (м. Ясси, Румунія)
 Департамент транспорту та міської мобільності Вінницької міської ради



СЕРТИФІКАТ

Учасника XVI міжнародної науково-практичної конференції

**«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО
 ТРАНСПОРТУ»**

Пехоцька Анна Валеріївна

Голова програмного комітету
 Ректор Вінницького національного
 технічного університету



м. Вінниця, ВНТУ
 23-25 жовтня 2023 року

Віктор БІЛЧЕНКО